



Giovanni Victor Evangelista de Barros

**Avaliação de Garantias Cambiais em Projetos de PPP no
Setor de Infraestrutura**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Administração de Empresas

Orientador: Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Rio de Janeiro

Abril de 2018



Giovanni Victor Evangelista de Barros

**Avaliação de Garantias Cambiais em Projetos de PPP no
Setor de Infraestrutura**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof. Leonardo Lima Gomes

Departamento de Administração – PUC-Rio

Prof. Celso Funcia Lemme

UFRJ

Prof. Augusto Cesar Pinheiro da Silva

Coordenador Setorial do Centro de Ciências Sociais
– PUC-Rio

Rio de Janeiro, 05 de abril de 2018.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Giovanni Victor Evangelista de Barros

Graduou-se em Administração pela Universidade Federal Fluminense (UFF) no ano de 2015. Desde então atua nas áreas de gestão e avaliação projetos, análise de modelos de negócios e criação de novos negócios.

Ficha Catalográfica

Barros, Giovanni Victor Evangelista de

Avaliação de garantias cambiais em projetos de PPP no setor de infraestrutura / Giovanni Victor Evangelista de Barros; orientador: Luiz Eduardo Teixeira Brandão. – 2018.

79 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2018.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. Opções reais. 3. Garantias cambiais. 4. Precificação. I. Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

À todos que me ajudaram ao longo desta jornada.

Agradecimentos

Ao professor Luiz Eduardo Teixeira Brandão pela dedicação, pela paciência e por todo o conhecimento que me passou ao longo da realização deste trabalho

Aos professores Leonardo Lima e Celso Lemme pela disponibilidade em participar de minha banca e por todas as contribuições oferecidas a este trabalho

Aos profissionais Fabiano Pompermayer e Raul dos Santos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) pela ajuda com diversas informações que se fizeram necessárias ao longo desta pesquisa

Aos professores do curso de Mestrado em Administração da PUC-Rio pelo seu apoio e por todos os ensinamentos ao longo do curso

Aos profissionais que compõem a secretaria do Departamento de Administração da PUC-Rio pela ajuda em diversas ocasiões ao longo do curso

Aos meus pais por todo o carinho que têm por mim, por acreditar e investir em minha educação e por apoiar todas as minhas decisões

Aos colegas de Mestrado em Administração da PUC-Rio pela ajuda em diversos momentos, pelo conhecimento e experiências compartilhadas e, principalmente, pelo ótimo tempo que passamos juntos

À CAPES e a Vice-Reitoria da PUC-Rio, pelo apoio financeiro.

Resumo

Barros, Giovanni Victor Evangelista de; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira. **Avaliação de Garantias Cambiais em Projetos de PPP no Setor de Infraestrutura.** Rio de Janeiro, 2018. 79p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os investimentos em infraestrutura, públicos e privados, são notoriamente essenciais à competitividade de uma economia. Hoje, o Brasil sofre com diversas limitações em políticas voltadas ao setor de infraestrutura, que contribuem de forma direta para que os produtos e serviços brasileiros sejam mais caros. Uma destas limitações reside nas condições de financiamento em projetos desta natureza. A possibilidade de se obter parte do financiamento em moeda estrangeira seria uma alternativa agradável aos investidores, no entanto, os traria um risco cambial. Este trabalho analisa uma proposta de mecanismo de cobertura cambial a ser oferecido no âmbito de parcerias público-privadas, que disponibiliza aos investidores uma opção de proteção contra a variação cambial real. Este mecanismo é interpretado como uma garantia com características de uma opção, uma vez que assume valores em função da variação da taxa de câmbio. Neste sentido, este trabalho buscou avaliar e precificar estas garantias cambiais a partir de uma abordagem por opções reais, adotando para isso dois modelos de estimação para a taxa de câmbio, um passeio aleatório com *drift* neutro e o modelo GARCH-M. Os resultados obtidos em ambos os modelos mostraram-se favoráveis ao governo, no entanto é possível afirmar que a adoção de uma garantia cambial com estas características ofereceria claramente maior risco ao poder concedente do que a iniciativa privada. Assim, uma forma de lidar com esse risco seria estabelecer limites com relação ao valor do financiamento a ser obtido e uma margem de segurança para o poder público em torno do fator de remuneração presente na garantia.

Palavras-chave

Opções Reais; Garantias Cambiais; Precificação.

Abstract

Barros, Giovanni Victor Evangelista de; Brandão, Luiz Eduardo Teixeira (Advisor). **Valuing Foreign Exchange Guarantees applied to PPP Projects on Infrastructure Sector**. Rio de Janeiro, 2018. 79p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Infrastructure investments, both public and private, are essential to the competitiveness of any economy. Currently, Brazil has several limitations in policies that are applied to the infrastructure sector, which directly contribute to make Brazilian products and services more expensive. One of these limitations arises from the financing requirements of projects of this nature. Obtaining part of the financing requirements in foreign currency would be an alternative for many investors; however, it would bring them the foreign exchange rate risk. This paper analyzes a proposal for a foreign exchange hedging mechanism to be offered in public-private partnerships scope, which provides investors with an option to hedge against the real foreign exchange fluctuation. The mechanism is perceived as a guarantee with has option-like characteristics, as its value varies as a function of the foreign exchange rate. Thus, this work sought to evaluate and price these foreign exchange rate guarantees based on a real options approach. Two exchange rate models were adopted to estimate future levels: a random geometric stochastic *drift*-free model and the GARCH-M model. The results obtained by both models indicated that use of this guarantee is favorable to the government. However it is possible that the proposal of a foreign exchange guarantee with these features could present a greater risk to the government than to the private partner. Therefore, one way to deal with this risk would be to establish a limit on the total amount obtained through the financing and a safety margin regarding the guarantees remuneration factor.

Keywords

Real Options; Exchange Rate Guarantees; Valuation.

Sumário

1	Introdução	12
1.1.	Questão de Pesquisa	13
1.2.	Objetivos de Pesquisa	15
1.2.1.	Objetivo Geral	15
1.2.2.	Objetivos Específicos	15
1.3.	Delimitação do Estudo	15
1.4.	Estrutura da Dissertação	16
2	Revisão de Literatura	17
2.1.	Parcerias Público-Privadas e Investimentos em Infraestrutura	17
2.2.	Avaliação Financeira e Análise de Riscos em PPPs	19
2.3.	Alocação e Mitigação de Riscos	21
2.4.	Precificação de Garantias Governamentais	22
2.5.	Adoção de Garantias Cambiais em PPPs	24
3	O Caso do Aeroporto de Florianópolis	28
3.1.	Breve Histórico	28
3.2.	O Projeto de Concessão	30
4	Modelo Proposto	36
4.1.	Mecanismo de Cobertura Cambial	36
4.2.	Análise da Série Histórica da Taxa de Câmbio R\$/US\$	42
4.3.	Modelos de Estimação da Taxa de Câmbio	45
4.3.1.	Movimento Geométrico Browniano	47
4.3.2.	Modelo Autoregressivo GARCH-M	51
5	Análise dos Resultados	55
5.1.	Resultados po MGB	55
5.2.	Resultados por GARCH-M	58

6 Conclusões	61
7 Referências bibliográficas	64
8 Apêndice	69

Lista de figuras

Figura 1: Ranking de aeroportos brasileiros por movimentação (2016)	30
Figura 2: Projeção para demanda anual de passageiros (2003-2046)	31
Figura 3: Projeção para receitas tarifárias (2015-2046)	32
Figura 4: Projeção para receitas não-tarifárias (2014-2046)	33
Figura 5: Projeção para receita total (2017-2046)	33
Figura 6: Investimento em CAPEX - Aeroporto Florianópolis	34
Figura 7: Modelo de funcionamento da conta gráfica	41
Figura 8: Série taxa de câmbio real R\$/US\$ (dados mensais)	43
Figura 9: Série decomposta da taxa de câmbio real R\$/US\$	44
Figura 10: Previsão de 144 séries mensais com o modelo GARCH-M	52
Figura 11: Distribuição de probabilidade da put	56
Figura 12: Distribuição de probabilidade da call	56
Figura 13: Distribuição de probabilidade do collar	57

Lista de tabelas

Tabela 1: Histórico de garantias cambiais oferecidas em PPPs	27
Tabela 2: Movimentação anual de passageiros no Aeroporto de Florianópolis (2003-2016)	29
Tabela 3: Composição de financiamento	34
Tabela 4: Financiamento com o mecanismo	37
Tabela 5: Exemplo de apuração do mecanismo	41
Tabela 6: Resultado do ADF test para série	45
Tabela 7: Resultado do PP test para série	45
Tabela 8: Cálculo do fator de remuneração	47
Tabela 9: Apuração da taxa ϕ	47
Tabela 10: Cálculo da volatilidade da histórica da taxa de câmbio R\$/US\$	49
Tabela 11: Cálculo do valor das opções de compra e venda (put e call)	50
Tabela 12: Dados anuais de câmbio real e previsão com GARCH-M	52
Tabela 13: Cenários de simulação das séries com o GARCH-M	53
Tabela 14: Resultados da simulação: MGB (drift neutro)	55
Tabela 15: Sensibilidade à taxa de drift (valores em R\$ 1.000,00)	58
Tabela 16: Resultados para as simulações da taxa de câmbio R\$/US\$	59
Tabela 17: Resultados para as opções (put, call e collar)	59
Tabela 18: Valores do collar pelo modelo GARCH-M	60

1 Introdução

A oferta de bons serviços e a promoção de investimentos de qualidade no setor de infraestrutura é seguramente um importante condutor para o crescimento econômico de uma nação e primordial ao alcance de vantagens competitivas. Ciente disto, a área de infraestrutura não pode ser desprezada e deve ser considerada uma pauta-chave para políticas de desenvolvimento econômico e social que são desenvolvidas pelas nações e por seus governos de estado (IRWIN, 2007).

Os investimentos em infraestrutura, quando bem feitos, são capazes de ampliar a competitividade de uma economia, promovendo a melhora de condições nas mais diversas áreas. Estes investimentos, sejam eles públicos ou privados, tem o potencial de tornar mais rentáveis e mais atraentes os investimentos produtivos, conferindo maior eficiência ao sistema econômico, como um todo. Além disso, são capazes de impactar a economia por meio de canais diretos – como a expansão da capacidade de abastecimento ou escoamento da produção – e por canais indiretos – como, por exemplo, a melhoria na produtividade total dos fatores (CAMPOS NETO, 2014).

Em seu estágio atual, o Brasil sofre com uma série de lacunas não preenchidas em suas políticas voltadas ao setor de infraestrutura. Em função da deterioração das contas públicas e do decorrente ajuste fiscal promovido pelo governo central nos últimos anos, os investimentos em infraestrutura (públicos e privados) no ano de 2017 atingiram o percentual de 1,5% em relação ao PIB, número menor frente ao que fora observado nos últimos anos e muito acanhado diante de uma média mundial que se aproxima de 5%.

Ao se lidar com a infraestrutura de transportes, isto é, os setores rodoviário, ferroviário, portuário e aéreo, esta situação fica ainda mais evidente. Hoje, esta lacuna contribui de forma direta para que os produtos e serviços brasileiros cheguem mais caros ao consumidor final e percam competitividade, principalmente em âmbito internacional. Apesar dos recentes esforços que foram

empregados no intuito de retomar a estes setores importantes investimentos, observa-se que é necessário fazer ainda mais.

Entre os anos de 1985-2005, aproximadamente, o Brasil passou por uma situação semelhante a qual se encontra no momento. Neste período, em decorrência do agravamento das contas públicas e da pouca capacidade de poupança dos governos, o Brasil testemunhou uma queda significativa nos investimentos públicos em infraestrutura, o que resultou em uma piora na oferta de serviços de utilidade pública. Esta conjuntura, de toda forma indesejável, abriu as portas para que a iniciativa privada tivesse uma participação mais ativa no setor de infraestrutura e pudesse empregar o seu capital em projetos diversos. Desde então, o capital privado se estabeleceu como uma alternativa através dos modelos de concessões e parcerias público-privadas (PPPs) para a administração de serviços públicos.

No setor de infraestrutura aeroportuária, caso de análise que será abordado por este trabalho, a aproximação entre público e privado é ainda mais visível. Hoje, o setor aéreo é um dos setores nos quais o mix entre os recursos públicos e o capital privado é bem sucedido. Em geral, o setor privado comumente demonstra interesse na operacionalização e exploração dos aeroportos brasileiros, com exceção daqueles que estão distantes dos grandes centros e que apresentam baixa movimentação diária de passageiros.

1.1. Questão de Pesquisa

Em setembro de 2016, o governo brasileiro, vislumbrando este cenário, anunciou o Programa de Parcerias em Investimento (PPI), que previa a venda ou a concessão de 34 projetos em áreas essenciais, tais como energia, mineração, aeroportos, rodovias, portos e ferrovias. Estes esforços já estavam previstos pelo Plano Nacional de Desestatização, instituído anteriormente através do decreto 8.157/2015, com o propósito de elevar os investimentos no setor de infraestrutura e atrair o capital de investidores estrangeiros para projetos nacionais.

Em 1 de dezembro de 2016, o edital de concessão para os aeroportos de Porto Alegre (RS), Salvador (BA), Florianópolis (SC) e Fortaleza (CE) foi publicado no Diário Oficial da União e, alguns meses depois, no dia 16 de março

de 2017, o leilão dos aeroportos foi realizado de forma simultânea, através de um pregão na então BM&FBovespa, rendendo ao final o valor de R\$3,72 bilhões ao Fundo Nacional da Aviação Civil (FNAC).

Apesar de o resultado ter sido considerado positivo pelo governo brasileiro, ficou em evidência a pouca concorrência dos leilões, principalmente em comparação com leilões realizados anteriormente no mesmo setor. Cada um dos aeroportos foi disputado por dois concorrentes, exceto o Aeroporto de Salvador, que fora arrematado por uma proposta única.

Sabe-se que investimentos em projetos de infraestrutura como estes estão submetidos à riscos de ordem técnica, operacional, política e macroeconômica (MARQUES & BERG, 2011). A concorrência em leilões de concessões por sua vez é afetada de forma direta pela visão que os investidores em potencial possuem de tais riscos, das condições que são impostas pelo edital e a percepção que capturam do ambiente de negócios.

Ao analisar a rodada de concessões realizada, é possível identificar que uma das principais limitações para a entrada de novos concorrentes residia nas condições de financiamento do projeto. Hoje, no Brasil, as fontes de financiamento de projetos com estas características ainda são bastante limitadas e passam por dúvidas com relação ao tempo de liberação de recursos e ao volume que seria levantado no caso de uma tentativa junto ao mercado de capitais. Em função destas dificuldades, a obtenção de parte do financiamento do projeto em moeda estrangeira surge como uma possibilidade, com o intuito de atrair aos leilões um maior número de participantes, tornando-os mais concorridos e mais lucrativos para o governo. Esta possibilidade, no entanto, traria aos investidores que assumissem um financiamento com estas características um risco cambial.

Este estudo apresenta uma proposta de mecanismo de cobertura cambial a ser oferecido pelo poder concedente aos concessionários participantes do leilão, cujo propósito é disponibilizar aos investidores uma opção de proteção contra a variação cambial real. Esta alternativa visa tornar mais simples a captação de recursos para realização de investimentos e conceder aos participantes dos leilões públicos maior segurança para aportar os seus recursos em projetos nacionais, uma vez que este mecanismo estaria respaldado pela lei 11.079/2004, que regulamenta as parcerias público-privadas (PPP) em projetos de infraestrutura e que torna possível a concessão de incentivos por parte do ente público, como por

exemplo, subsídios financeiros, garantias em relação a demanda, ao retorno do investimento e à variação cambial.

1.2. Objetivos de Pesquisa

1.2.1. Objetivo Geral

O mecanismo que será exposto ao longo deste trabalho é interpretado como uma garantia com características de uma opção, uma vez que a sua adoção é facultada ao concessionário e que, com o seu acionamento, o mesmo passa a assumir valores em função da incerteza em relação à variação cambial. Neste sentido, este estudo tem como objetivo principal desenvolver uma metodologia de precificação por opções reais para garantias cambiais oferecidas pelo governo em concessões e parcerias público-privadas.

1.2.2. Objetivos Específicos

No presente estudo, buscou-se alcançar os seguintes objetivos intermediários:

- Compreender as características de funcionamento das garantias cambiais (ou mecanismo de cobertura cambial) que serão empregadas nesta pesquisa;
- Determinar com base na literatura os modelos de previsão para a taxa de câmbio que poderiam ser aplicados à este trabalho;
- Unir os resultados obtidos pelos modelos de previsão ao acionamento das garantias a fim de precificá-las.

1.3. Delimitação do Estudo

Este estudo utiliza o Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz como caso único de análise. As principais informações necessárias para a realização deste trabalho foram extraídas do Edital do Leilão nº1/2016 (Concessão para Ampliação, Manutenção e Exploração dos Aeroportos de Porto Alegre –

Salgado Filho, de Salvador – Deputado Luis Eduardo Magalhães, de Florianópolis – Hercílio Luz e de Fortaleza – Pinto Martins) e do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Aeroporto de Florianópolis, do qual fazem parte o Estudo Ambiental, o Estudo de Engenharia e Afins, o Estudo de Mercado e o Relatório de Avaliação Econômico-Financeira, ambos públicos e disponibilizados pela Secretaria Nacional de Aviação Civil. As informações necessárias a compreensão do mecanismo de cobertura cambial a ser aplicado nas concessões de aeroportos, por sua vez, foram obtidas através do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, postas em consulta pública no mês de janeiro de 2017.

1.4. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é composta por seis capítulos e se estrutura da seguinte forma:

Este primeiro capítulo oferece ao leitor uma breve contextualização em relação ao cenário de investimentos em infraestrutura e formação de parcerias público-privadas, apresenta o problema de pesquisa desta dissertação, os seus objetivos, a sua delimitação e sua estrutura.

No Capítulo 2, é feita uma revisão da literatura construída até o presente momento em relação ao emprego de garantias governamentais e mitigação de riscos em projetos de infraestrutura ou PPPs, buscando dar ênfase aos projetos que admitiram alguma forma de cobertura cambial.

No Capítulo 3, são apresentadas as principais informações do Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz e de seu edital de concessão.

A seguir, o Capítulo 4 busca explicar o modelo proposto para a avaliação das garantias cambiais. Assim, é esclarecido o funcionamento do mecanismo de cobertura cambial, é feita uma análise histórica da taxa de câmbio R\$/US\$ e, por fim, são apresentados os dois modelos de estimação aplicados a este estudo.

O Capítulo 5 expõe os resultados obtidos a partir da aplicação dos modelos de estimação e, por fim, no Capítulo 6, são apresentadas as conclusões desta pesquisa, assim como sugestões para pesquisas futuras.

2 Revisão de Literatura

2.1. Parcerias Público-Privadas e Investimentos em Infraestrutura

As parcerias público-privadas ou PPPs, como comumente chamadas, ganharam notoriedade a partir de sua aplicação em maior escala no Reino Unido, na década de 80. Neste caso, em razão do agravamento das contas públicas e de restrições orçamentárias, foram promovidas pelo governo a contratação e a operação de serviços públicos através da iniciativa privada. Apesar de já adotadas de forma recorrente pelo governo britânico e de algumas outras nações, as PPPs só vieram a ficar conhecidas desta forma no ano de 1994, quando foram denominadas de Public Private Partnerships ou Parcerias Público-Privadas (PPPs) (LEVY, 1996).

A partir deste episódio, o modelo de PPPs se estabeleceu então como uma alternativa viável para a expansão dos investimentos nos mais diversos setores e contextos, fato que posteriormente pode ser comprovado em números, com crescimento perceptível de sua adoção em diversos países ao longo das últimas décadas (TANG ET AL., 2010).

Uma definição única do que vem a ser uma parceria público-privada (PPP) ainda não persiste ao redor do mundo, no entanto, a partir de sua adoção em alguns países e de algumas experiências, algumas definições se destacaram. Em geral, estas definições apontam para o modelo de PPP como sendo um mecanismo de parceria entre governo, empresa e sociedade que visa promover investimentos e, conseqüentemente, desenvolver os serviços públicos em diversos setores, com uma alocação eficiente de recursos e riscos (UNPD, 2005).

Conforme apontado por Igrejas (2016), a estruturação de parcerias público-privadas pode assumir muitas configurações e apresentar também diversas combinações de responsabilidades entre ente privado e poder público. Neste sentido, é comum que o ente público se responsabilize pelos riscos políticos, enquanto a iniciativa privada assuma os riscos com um perfil mais técnico, que

são os riscos de construção, financiamento, operação e manutenção. Este cenário, no entanto pode ser mais flexível, uma vez que seja necessário que o projeto se torne mais flexível aos olhos da iniciativa privada. Em geral, os arranjos mais comuns em PPPs são:

- (BOT – build, operate and transfer), configuração que é a mais comum, na qual o ente privado constrói e opera um projeto/propriedade por determinado período e o transfere de volta ao poder público ao final do projeto;
- DBFOM (design, build, finance, operate and manage), o ente privado controla todas as etapas do projeto, passando pela formulação, construção, financiamento, operação e gerenciamento do projeto;
- DBFO (design build, finance and operate), o ente privado controla as etapas de formulação, construção, financiamento e operação do projeto, sendo que, ao final do projeto, a propriedade em questão se mantém ao poder público;
- (BOO – build, own, operate), arranjo no qual a iniciativa privada constrói e opera um projeto/propriedade que é seu, estando as demais responsabilidades a cargo do governo;

No Brasil, as PPPs nasceram oficialmente a partir da Lei Federal nº 11.079/2004, que instituiu as normas gerais para licitação e contratação de parcerias público-privada no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Esta lei em seu Art. 2º define as parcerias público-privadas como “um contrato administrativo de concessão, na modalidade patrocinada ou administrativa”, isto é, uma concessão de serviços públicos ou obras públicas com a cobrança de tarifas aos usuários ou contrato de serviços nos quais a administração pública seja a usuária direta ou indireta, respectivamente.

No setor de infraestrutura, que é indispensável à competitividade dos países e requer investimentos com volumes expressivos em uma perspectiva de longo prazo, o modelo de parcerias público-privadas é amplamente empregado. Em geral, as PPPs se inserem como uma resposta adequada para aqueles países que apresentam um déficit em termos de infraestrutura e/ou uma situação crítica nas contas públicas, como é o caso brasileiro (AZEVEDO NETO, 2008). Assim, diante de cenários como estes, as PPPs poderiam apropriadamente suprir a

escassez de investimentos de natureza pública em infraestrutura e trazer equilíbrio e pujança ao setor.

2.2.

Avaliação Financeira e Análise de Riscos em PPPs

Sabe-se que os investimentos públicos e privados em projetos de infraestrutura estão submetidos à riscos de ordem técnica, operacional, política e macroeconômica (MARQUES & BERG, 2011). É de conhecimento geral também que, além de lidar com estas ameaças, estes investimentos buscam alcançar os anseios de seus acionistas, que realizam aportes significativos de capital no início do projeto e esperam por um retorno ao longo prazo. Neste sentido, a avaliação financeira e a mensuração dos riscos que circundam os projetos de infraestrutura por PPPs é etapa indispensável ao êxito do projeto e satisfação das partes interessadas.

Em geral, o método mais aplicado a avaliação financeira de projetos desta natureza continua a ser o Fluxo de Caixa Descontado (FCD), que trabalha em torno de indicadores como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Esta metodologia assume que o valor de um projeto pode ser mensurado ao se obter os seus fluxos de caixa no futuro e trazê-los a valor presente, descontados por uma taxa condizente com o custo de capital empregado, uma visão que se pauta no risco sistemático, ou seja, aquele que impacta todo mercado.

Conforme apontado por Grimsey e Lewis (2002), esta metodologia, a depender da parte interessada na avaliação, pode assumir uma abordagem voltada ao projeto ou uma abordagem voltada ao acionista. No primeiro caso, a avaliação é feita com base no Fluxo de Caixa Livre do Projeto (FCLP), que considera todas as partes que constituem o projeto, ou seja, acionistas e credores, assim como o peso de cada uma destas partes em sua estrutura. Assim, o fluxo de caixa do projeto é descontado a valor presente pelo custo médio ponderado de capital, conhecido também como WACC. A segunda abordagem, que é o Fluxo de Caixa Livre do Acionista (FCLA), avalia o projeto apenas aos olhos de seus acionistas, considerando apenas a participação acionária no projeto. Desta forma, o valor do projeto é obtido quando o fluxo de caixa do projeto após a dedução de alguns itens

como despesas financeiras e impostos é trazido à valor presente pelo custo de capital do acionista, que pode ser obtido através do modelo CAPM.

Como demonstrado em diversos estudos, a metodologia de avaliação por Fluxo de Caixa Descontado (FCD), apesar de ser extremamente válida, costuma falhar ao não capturar o valor de flexibilidades de projetos no setor de infraestrutura, por exemplo. No que tange as parcerias público-privadas (PPPs) esta falha pode ficar ainda mais evidente. Em geral, os modelos desenhados desta forma apresentam um cenário pautado por diversas incertezas (ou riscos) e estabelecem algumas flexibilidades contratuais que não podem ser mensuradas através das metodologias tradicionais de avaliação. No intuito de preencher esta lacuna que existe na avaliação de projetos sob um ambiente de flexibilidades e incertezas foi concebida a Teoria de Opções Reais (TOR).

A avaliação de projetos através da abordagem por Opções Reais tem por origem os estudos de Black & Scholes (1973), trabalho no qual os autores desenvolveram o modelo de precificação de opções financeiras que até hoje leva os seus nomes. A Teoria de Opções Reais então direcionou algumas das premissas encontradas neste modelo para a precificação em ativos reais, complementando o já bastante utilizado método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) com uma análise das possibilidades de ação gerenciais (abandono, adiamento, expansão, redução, etc) e de variáveis de incerteza.

Em um trabalho pioneiro, Dixit e Pindyck (1994) estabeleceram em meio a literatura do assunto àquelas que seriam as condições primárias para que uma opção sobre um ativo real apresentasse algum valor, que seriam:

1. O investimento precisa ser irreversível, isto é, uma vez feito não haveria como ser desfeito ou anulado;
2. É necessário que exista a possibilidade de que ações gerenciais sejam tomadas ao longo do projeto (abandono, adiamento, expansão, redução, etc);
3. É preciso que haja a incerteza com relação à alguma variável que possa afetar de forma direta o fluxo de caixa futuro da empresa.

Desde a realização dos estudos que podem ser considerados precursores neste tema, a utilização da abordagem por Opções Reais como complemento aos métodos tradicionais de avaliação de ativos vem ganhando notoriedade. No meio acadêmico, diversos trabalhos se propuseram a aplicar os princípios desta

abordagem em ativos reais e hoje é cada vez mais comum que aqueles que formulam políticas públicas ou aqueles que representam a iniciativa privada estejam interessados em adotar a Teoria das Opções Reais no estudo dos mais diversos projetos.

2.3. Alocação e Mitigação de Riscos

As PPPs no setor de infraestrutura podem ser consideradas projetos complexos. Em geral, estes programas estão envolvidos por uma série de riscos que podem dificultar a sua execução e os tornar não atraentes aos olhos da iniciativa privada. Assim, como forma de otimizar os recursos e de alocar da melhor forma todos estes riscos que foram citados, os contratos realizados em regime de parceria público-privada podem conter um pacote de garantias e mecanismos de mitigação de riscos. Como destacado por Borges e Neves (2005) estas cláusulas podem estabelecer obrigações e direitos em favor dos entes privados e/ou do poder público, a depender, é claro, das particularidades de cada projeto.

Se por um lado a oferta de garantias é necessária à realização de diversos projetos em regime de PPP, por outro lado, pode onerar de forma contundente os cofres públicos. Em episódios passados, que serão relatados adiante, como na Espanha e no México, garantias mal formuladas e não precificadas entregaram ao poder público um passivo inesperado. Diante destas lições, independente do mecanismo de mitigação de risco escolhido para o projeto, determinar o grau de risco que será arcado por cada uma das partes se tornou crucial (BRANDÃO & SARAIVA, 2008).

Como apontado por Grimsey e Lewis (2002), os riscos presentes em um projeto em regime de PPP podem ser absorvidos por duas partes, a saber: o ente público, responsável legal pela prestação do serviço, e o ente privado, contratado e responsável pela execução do mesmo nos termos contratuais. Como apontado por Irwin (2007), a alocação e a mitigação de riscos em projetos de parceria público-privada comumente busca conceder os riscos aqueles atores que estão mais preparados para lidar com os mesmos. Em geral, quando esta lógica é seguida, os resultados obtidos ao final dos contratos tende a satisfazer ambas as partes, o que

pode ser verificado através dos exemplos de iniciativas que seguiram esse princípio e lograram sucesso, que serão detalhados ao longo desta revisão.

2.4. Precificação de Garantias Governamentais

A literatura que envolve garantias oferecidas por governos em parcerias público-privadas (PPP) é ampla e conta com estudos que percorrem setores como os de construção civil, energia, mineração, transportes, dentre outros. Em projetos de infraestrutura a literatura se desenvolveu de forma mais rápida a partir dos anos 90, época na qual a participação da iniciativa privada em projetos públicos de infraestrutura cresceu bastante. Esta tendência se consolidou ao longo dos anos seguintes, justificada pela possibilidade de ganhos em termos de eficiência com a substituição por uma gestão privada e por limitações orçamentárias dos governos.

O estudo de Charoenpornpattana et al. (2003) foi o primeiro trabalho a avaliar garantias governamentais em projetos de infraestrutura, apontando que a sua oferta resultaria na criação de opções europeias. Em seu estudo, os autores analisaram um projeto de rodovia que envolvia as etapas de construção, operação e transferência (BOT), uma configuração que traria uma série de riscos ao projeto. Assim, através de uma abordagem por Opções Reais, os autores analisaram de forma objetiva e racional os números do projeto, disponibilizando ao governo informações para o planejamento e a formulação destas garantias.

Desde então, os estudos realizados apontam que a atuação dos governos com a oferta de garantias e a redução de riscos se faz necessária em alguns casos, como quando o mesmo é responsável por variáveis que afetam o projeto de forma direta ou em cenários nos quais o risco de mercado torna os projetos não atrativos aos olhos dos entes privados. Conforme apontado por Brandão e Saraiva (2008), um exemplo que expôs de forma clara esse contexto foi o leilão da rodovia Costanera Norte no Chile, que só recebeu propostas após muito tempo e somente em uma segunda tentativa, depois que o governo local ofereceu garantias ao projeto.

A quantificação foi um ponto abordado por Brandão e Saraiva (2008). Em seu trabalho, construído a partir do projeto de concessão do trecho da rodovia BR-163 que liga os municípios de Cuiabá-MT e Santarém-PA, os autores concluíram

que seria válido para o ente público estabelecer limites sobre a garantia oferecida. A partir dos resultados obtidos os autores destacaram que a análise e a avaliação do valor de garantias a serem incorporadas aos projetos é uma importante ação para os governos, que assumem obrigações e se tornam responsáveis por resultados futuros atrelados a variáveis que podem não ser favoráveis aos cofres públicos.

Os estudos que avaliam a oferta de garantias governamentais em projetos de infraestrutura, em sua grande maioria, descrevem garantias contratuais apoiadas em variáveis como o tráfego (BRANDÃO & SARAIVA, 2008; GALERA & SOLINO, 2010; YIHUA ET AL., 2010; MONTEIRO, 2014) e a receita (CHEAH & LIU, 2006; CHIARA ET AL., 2007; ASHURI ET AL., 2012; CARBONARA, 2014) dos projetos. Além disso, a literatura produzida até então emprega grande ênfase aos projetos rodoviários e ferroviários. Neste sentido, o setor aeroportuário, fica em segundo plano. Em parte, isto pode ser explicado pela constatação de que projetos de infraestrutura aeroportuária possuem uma demanda mais sólida e possibilidade de diversificação em suas receitas.

Ao analisar o projeto de desenvolvimento, operação e expansão de uma rodovia, Zhao et al. (2004), por exemplo, desenvolveram um modelo multiestocástico acompanhando a evolução de três variáveis, a saber, a demanda de tráfego, o preço de propriedades/terrenos e a taxa de deterioração da rodovia. Este modelo foi apoiado em simulações de Monte Carlo e no Método dos Mínimos Quadrados, obtendo resultados considerados promissores.

Cheah e Liu (2006) exploraram o projeto da Malaysia–Singapore Second Link, uma ponte que liga a Malásia à Cingapura, na qual o governo estabeleceu em contrato algumas garantias voltadas ao tráfego. Ao encontrar diversos aspectos de flexibilidade na formatação e na execução do projeto, os autores optaram por uma abordagem por Opções Reais e, através de simulação de Monte Carlo apreçaram as opções presentes neste contrato.

Também através de Simulação de Monte Carlo, Chiara et al. (2007) realizaram a avaliação de um projeto de rodovia com perfil de BOT, prazo de concessão de 30 anos e uma variedade de opções constantes em contrato. Ao final de seu estudo, os autores concluíram que quase a totalidade do risco do projeto (99%) poderia ser eliminada caso o governo acrescentasse ao projeto uma garantia com 15 anos de vigência, metade do prazo de concessão.

No Brasil Brandão et al. (2012) analisaram a parceria público-privada (PPP) responsável pela construção e pela operacionalização da linha 4 do metrô da cidade de São Paulo. Neste trabalho os autores se concentraram em compreender garantias que foram estabelecidas com relação ao tráfego, determinando o valor destas opções, o seu efeito sobre o perfil de risco do projeto e quais seriam os custos e os riscos que o governo estaria assumindo. Outro estudo conduzido a partir de um projeto brasileiro foi realizado por Monteiro (2014), onde se buscava precificar garantias governamentais através da abordagem por Opções Reais na parceria público-privada que daria origem ao TAV Brasil, trem de alta velocidade que ligaria as cidades de Rio de Janeiro e São Paulo e se configuraria como o maior projeto com estas características a ser realizado no Brasil, com um investimento de aproximadamente 37 bilhões de reais.

2.5. Adoção de Garantias Cambiais em PPPs

A alocação e a mitigação de riscos em projetos de parceria público-privada usualmente segue a lógica de se direcionar os riscos a parte que possui maior capacidade para lidar com os mesmos ou, em alguns casos, a parte que consegue aceitar estes riscos a um menor custo. No entanto, apesar desta premissa ser amplamente conhecida, quando a discussão se apresenta em torno do risco cambial, a alocação de risco em um projeto pode não ser tão objetiva (VERDOUW, UZSOKI & ORDONEZ, 2015).

A distribuição do risco cambial ao ente privado é compreendida na literatura como imprópria, uma vez que o setor privado não possui influência sobre o comportamento da variável taxa de câmbio e não teria as condições para gerenciar este risco, com exceção de circunstâncias nas quais o mercado financeiro o permitisse se preservar em face destes riscos. Conforme apontado por Irwin (2007), em geral, em projetos de PPPs, os governos são as partes que possuem a maior capacidade de influência sobre a taxa de câmbio e a partir deste entendimento poderia se admitir que o risco cambial gerenciado pelo governo, no entanto, apesar de poder controlar através de seu banco central as políticas monetárias, em um regime de câmbio flutuante, no qual as taxas são determinadas pelas forças de mercado, o controle efetivo por parte do governo estaria altamente

limitado. Assim, em função do que fora exposto, o risco cambial pode não ser gerenciável as organizações do setor privado e estar além do controle do poder público, o que sugere que a distribuição deste risco nos contextos de parcerias público-privadas pode não ser de fácil entendimento entre as partes.

É de conhecimento geral que os riscos que cercam as parcerias público-privadas e os projetos de infraestrutura podem ser encontrados em qualquer país, entretanto, os riscos associados à variação cambial desafiam com maior frequência os países emergentes. Apesar de haver a possibilidade de se realizar um cenário de apreciação da moeda local, as experiências recentes revelam uma tendência de depreciação da moeda local frente as moedas de países industrializados (MATSUKAWA, SHEPPARD & WRIGHT, 2003). Além disso, a maior parte dos países desenvolvidos gozam de um mercado financeiro e de capital robusto e de uma moeda mais sólida, o que elimina a necessidade de recurso a um empréstimo em moeda estrangeira e, conseqüentemente, a oferta de garantias com estas características por parte de seus governos. Em países emergentes, ao contrário, estas vantagens não são percebidas, o que torna as condições de financiamento locais mais desafiadoras (JONES & LIMA, 2004).

Hoje, a utilização de garantias com este formato pode ser vista como acanhada, quando em comparação com a oferta de garantias fundamentadas em outras variáveis, como tráfego e receita. Um dos fatores a inibir o emprego de uma garantia organizada em torno da variável taxa de câmbio são os exemplos em que a sua aplicação foi custosa aos cofres públicos. Um caso clássico ocorreu na Espanha, entre as décadas de 1960 e 1970. Neste episódio, o governo espanhol, com o intuito de controlar a moeda em que os concessionários tomariam financiamento, definiu que o percentual de 45% dos custos de construção de uma série de concessões de rodovias seria financiado através de empréstimos em moeda estrangeira, posteriormente assumindo por completo o risco de variação cambial nestes empréstimos. A experiência, no entanto, trouxe aos cofres públicos um prejuízo de aproximadamente US\$ 2,5 bilhões (BRANDÃO & SARAIVA, 2008).

O fracasso em algumas dessas iniciativas pode ser explicado pelo fato de que, até pouco tempo, não havia um método adequado de valoração para estas garantias e, por isso, seus níveis poderiam ser definidos a partir de análises inadequadas ou subjetivas. Somente a partir da década de 1990 e 2000 a

abordagem por Opções Reais começou a ser empregada na avaliação destas garantias, permitindo uma análise que levasse em conta as incertezas e flexibilidades dos projetos.

A título de exemplo, os governos da Coreia do Sul e do Chile, já adotaram garantias cambiais em projetos de infraestrutura e obtiveram resultados satisfatórios, que se realizaram em função da apreciação da taxa de câmbio destes países, mas também da forma como estas garantias foram construídas. Na Coreia do Sul, por exemplo, o governo local assumiu a responsabilidade por compensar os concessionários por metade das perdas no caso de uma depreciação cambial superior ao percentual de 20% sobre o valor do financiamento, enquanto que os concessionários deveriam ressarcir o governo coreano nas mesmas condições caso houvesse uma apreciação superior aos mesmos 20% (HAHM, 2003). No Chile, as garantias cambiais contratadas seguiram uma configuração semelhante, no entanto, o governo chileno estabeleceu outros limites, admitindo a absorção de todas as perdas e ganhos reais que ultrapassassem o limite percentual de 10%.

No Brasil, apesar de não terem sido abordadas em nenhum estudo até o momento, garantias cambiais foram oferecidas no âmbito da parceria público-privada (PPP) responsável pela exploração da operação dos serviços de transporte de passageiros da linha 4 do metrô da cidade de São Paulo. No edital de concorrência aberto para a prestação do serviço os termos destas garantias foram bem delimitados. De forma resumida, concessionário e poder público poderiam solicitar compensação financeira pelo impacto da variação cambial no serviço da dívida em moeda estrangeira, respeitando-se o limite de pagamento de 50% do impacto cambial.

Em geral, as garantias cambiais podem ser concebidas a partir de diversas premissas e se fundamentar em alguns pontos, como por exemplo, em financiamentos, em receitas, em custos ou em despesas atreladas à uma moeda estrangeira. Como é possível observar a partir das experiências relatadas, estas garantias podem assumir diversas configurações e se estabelecer a partir de diferentes limites. Para fins de ilustração, a Tabela 1 reúne em um quadro-resumo as garantias cambiais que foram aplicadas em diferentes contextos e os seus perfis.

País	Período	Projeto	Modelo adotado
Espanha	Anos 60/70	Programa de concessão de rodovias	Até 45% do valor do projeto poderia ser financiado em moeda estrangeira. Cobertura total sobre a variação cambial real.
Malásia	Anos 80	Malaysia, North-South Expressway	Cobertura total do valor através de empréstimos a compensar.
Coréia do Sul	Anos 90	Programa de concessão de rodovias	Cobertura sobre metade do valor que exceder o percentual de 20% de variação cambial real.
Chile	Anos 90	Programa de concessão de rodovias	Cobertura total do valor que exceder o percentual de 10% de variação cambial.
Colômbia	Anos 90	PPPs nas áreas de transporte, telecomunicações e energia	Foram adotados modelos diferentes em cada um dos projetos.
Brasil	Anos 2000	Operação da Linha 4 do metrô de São Paulo	Cobertura sobre metade do valor apurado de impacto cambial (variação cambial).

Tabela 1: Histórico de garantias cambiais oferecidas em PPPs. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Uma análise sobre as garantias que foram aplicadas e os resultados que foram apurados permite identificar que os desfechos mais satisfatórios sob a ótica de ambas as partes interessadas (poder público e iniciativa privada) foram vistos na Coréia do Sul e no Chile. Em ambas as iniciativas, verificou-se o estabelecimento de limites sobre a cobertura cambial como forma de distribuir o risco cambial entre poder público e setor privado.

As experiências com os resultados mais custosos aos cofres públicos foram observadas na Espanha e na Malásia. Na Espanha, que foi o episódio de maior fracasso, há de se destacar o alto percentual do valor do projeto financiado em moeda estrangeira, que foi de até 45%, além da cobertura total sobre a variação cambial real. Em ambos os casos, não foram estabelecidos por parte dos governos limites no sentido de compartilhar parte do risco cambial com os entes privados.

3

O Caso do Aeroporto de Florianópolis

Este capítulo trata de apresentar ao leitor as principais informações à respeito do Aeroporto de Florianópolis, caso de análise deste estudo, sobre o qual será implementado o mecanismo de cobertura cambial. Assim, ao longo do texto, será apresentado um breve histórico do aeroporto, as premissas contidas em seu edital de concessão e as projeções de demanda, investimento e retorno obtidas através do estudo de viabilidade econômica.

3.1.

Breve Histórico

A história do Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz se confunde com os primórdios da aviação no Brasil, quando em 1922, Florianópolis foi escolhida para abrigar as instalações do Sistema de Defesa Aérea do litoral do Brasil, recebendo então o Centro de Aviação Naval em Santa Catarina. O primeiro terminal de passageiros, no entanto, só veio a ser inaugurado no ano de 1955, sob a administração do então Departamento de Aviação Civil, contando com uma torre de controle, um pátio para aeronaves e a pista compartilhada com a Base Aérea de Florianópolis, que se mantém até os dias de hoje.

No ano de 1974, a Infraero, empresa estatal recém-criada, se torna responsável pela administração e operacionalização do aeroporto e nos anos seguintes são inaugurados novos terminais de carga, de passageiros e sua pista principal, que é aberta ao tráfego público em 1978. Ao longo das décadas de 1980 e 1990, foram realizadas diversas melhorias na infraestrutura do aeroporto, o que permitiu que em 3 de outubro de 1995, o Aeroporto de Florianópolis – Hercílio Luz fosse elevado à categoria de Aeroporto Internacional. Desta data em diante, Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz continuou a receber melhorias. Em 2000, o aeroporto foi climatizado e ampliado em 2.000 m² e, em 2010, foi inaugurado um módulo operacional de 1000m² nas salas de embarque e de desembarque.

Hoje, o Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz é a principal porta de entrada para a cidade de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, com uma população de aproximadamente 420 mil habitantes e, considerada por muitos, como um dos melhores ambientes para se empreender no país, com uma economia fortemente baseada na tecnologia da informação, no turismo e nos serviços.

Ao longo dos últimos anos (2003-2016), o Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz apresentou um crescimento médio composto de 8,11% a.a. em sua demanda, fechando o ano de 2016 com uma movimentação de 3.536.435 passageiros. A evolução da demanda do aeroporto entre o período de 2003 e 2016 é detalhada na Tabela 2.

Passageiros			
Ano	Doméstico	Internacional	Total
2003	1.220.954	62.040	1.282.994
2004	1.229.756	82.821	1.312.577
2005	1.443.912	104.921	1.548.833
2006	1.496.338	133.803	1.630.141
2007	1.790.209	157.801	1.948.010
2008	1.922.773	157.569	2.080.342
2009	1.995.911	112.472	2.108.383
2010	2.478.905	193.345	2.672.250
2011	2.899.226	222.809	3.122.035
2012	3.178.877	216.379	3.395.256
2013	3.700.176	172.701	3.872.877
2014	3.456.471	172.603	3.629.074
2015	3.527.051	166.435	3.693.486
2016	3.333.863	202.572	3.536.435

Tabela 2: Movimentação anual de passageiros no Aeroporto de Florianópolis (2003-2016). Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

Com estes números o Aeroporto de Florianópolis alcançou no ano de 2016 o 8º lugar no ranking de aeroportos com maior movimentação na rede Infraero, com

uma participação de aproximadamente 3,37%. A Figura 1, disposta logo abaixo, expõe em termos absolutos e percentuais a participação do aeroporto no sistema aeroportuário brasileiro.

Ranking por Movimento de Passageiros						
Posição	Sigla	Doméstico	Internacional	Total	Partic. Rede % *	Freq. Ac. % **
1	SBSP	20.816.957	0	20.816.957	19,86	19,86
2	SBRJ	9.065.822	83	9.065.905	8,65	28,52
3	SBPA	7.285.064	363.679	7.648.743	7,30	35,81
4	SBSV	7.215.800	310.558	7.526.358	7,18	43,00
5	SBRF	6.564.196	247.480	6.811.676	6,50	49,50
6	SBCT	6.338.953	46.885	6.385.838	6,09	55,59
7	SBFZ	5.479.231	227.258	5.706.489	5,45	61,04
8	SBFL	3.333.863	202.572	3.536.435	3,37	64,41

Figura 1: Ranking de aeroportos brasileiros por movimentação (2016).

Fonte: Anuário Estatístico Operacional da Infraero (2016).

3.2. O Projeto de Concessão

O Edital do Leilão nº 01/2016 estabelece como prazo para concessão do Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz o período de 30 anos, com início previsto para abril/2017 e término previsto para setembro/2046, sendo prorrogáveis por mais 5 anos. A participação da concessionária no projeto, no entanto, se iniciaria um pouco antes, logo após a assinatura do contrato, com a assunção parcial do aeroporto e o acompanhamento da operação.

O contrato de concessão a ser celebrado entre o poder concedente e a concessionária vencedora do certame determina que ao longo destes 30 anos a concessionária seria responsável por realizar repasses ao Fundo Nacional da Aviação Civil – FNAC, que serão constituídos por uma contribuição fixa e uma contribuição variável.

O estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto de Florianópolis, realizado previamente através de um consórcio liderado pela Moysés & Pires Sociedade de Advogados, trouxe o levantamento de uma série de premissas necessárias a análise do projeto de concessão, apresentando projeções

em termos reais para demanda, receita, custos e investimentos a serem feitos em todo o complexo aeroportuário. Este estudo foi finalizado em dezembro/2015 e aprovado pelo Tribunal de Contas da União em abril/2016.

A partir deste relatório, por exemplo, estabeleceu-se que a contribuição ou outorga fixa corresponderia ao pagamento de 25% do valor pelo qual a concessão foi arrematada no momento da assinatura do contrato e ao pagamento de 75% deste valor divididos em 30 parcelas anuais e iguais. A contribuição ou outorga variável sugerida, por sua vez, corresponderia ao percentual de 5% sobre a Receita Bruta Anual do projeto.

O Estudo de Mercado deste projeto apresentou a projeção de demanda para o horizonte de 30 anos, prazo da concessão. Estas projeções foram realizadas com base em fatores como a demanda por passageiros domésticos, a demanda por passageiros internacionais, a movimentação de aeronaves e a movimentação de carga aérea. Durante o período analisado foi projetado um crescimento anual médio do número de passageiros do aeroporto em 4,2% a.a., conforme se pode observar na Figura 2.

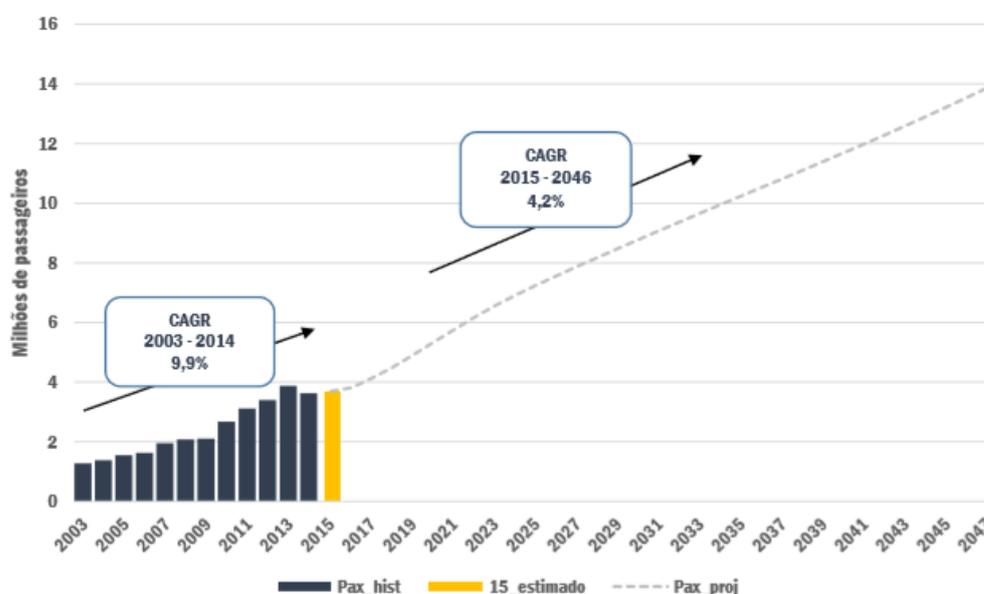


Figura 2: Projeção para demanda anual de passageiros (2003-2046). Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

As receitas obtidas pelo Aeroporto Internacional de Florianópolis - Hercílio Luz se assemelham à dos demais aeroportos brasileiros operados pela

Infraero, estando a maior parte atrelada à cobrança de tarifas sobre as companhias aéreas que operam no aeroporto e outra parte atrelada a receitas comerciais e ações eventuais. Como função da demanda projetada para o aeroporto nos próximos 30 anos, a projeção para as receitas tarifárias em termos reais é apresentada pela Figura 3.

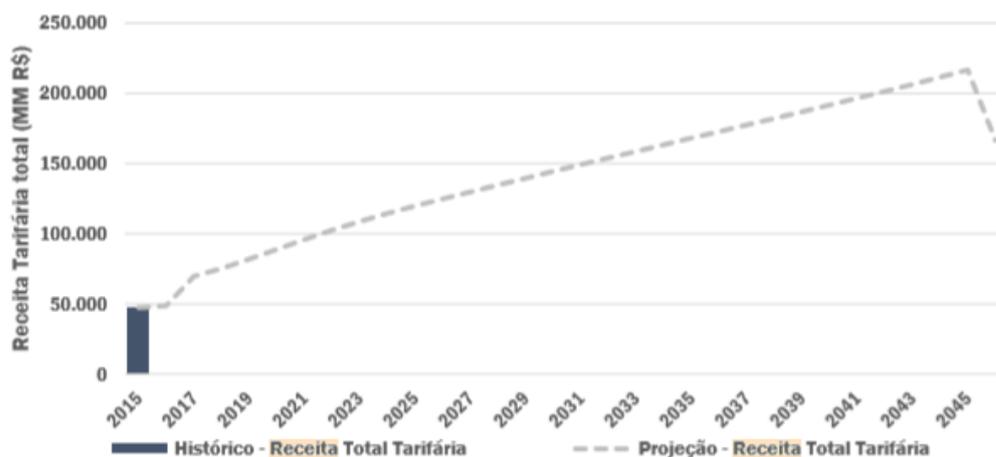


Figura 3: Projeção para receitas tarifárias (2015-2046). Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

As receitas não-tarifárias, que se originam a partir da exploração comercial de todo o espaço aeroportuário também foram projetadas, como se pode ver na Figura 4. No gráfico é possível observar um crescimento acima da média da receita durante os primeiros anos da concessão (2018-2020), o que se deve a possibilidade de negociação de novos contratos e as atividades que seriam geradas a partir do funcionamento do novo terminal. Assim, do ano de 2020 em diante, as receitas não-tarifárias do aeroporto são projetadas para corresponder ao percentual de 51,6% das receitas totais, um benchmark estabelecido a partir do Aeroporto de Guarulhos, concedido a consórcio privado no ano de 2012.

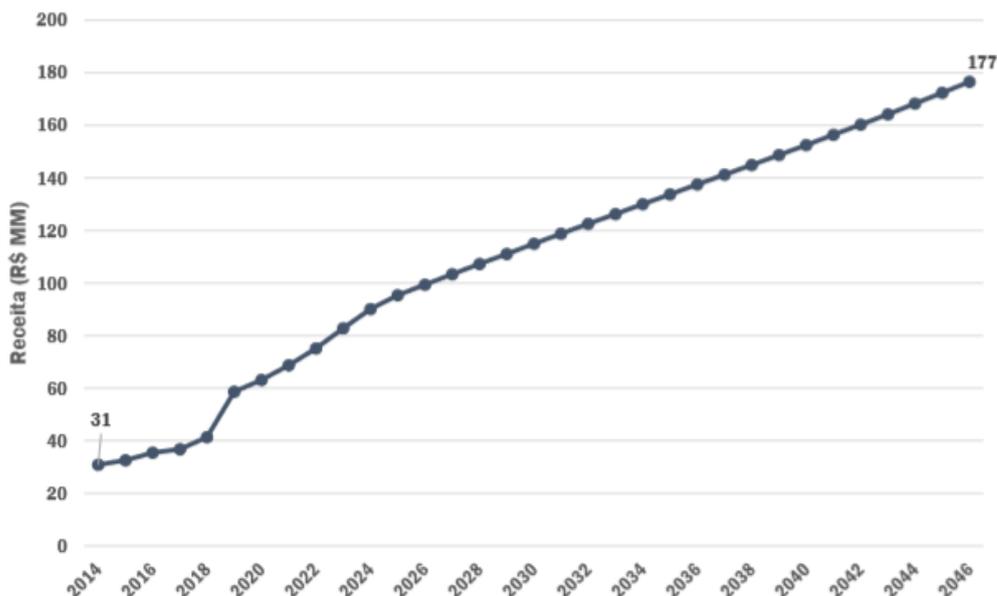


Figura 4: Projeção para receitas não-tarifárias (2014-2046). Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

A projeção para a receita total do Aeroporto de Florianópolis, que une a projeção de receitas tarifárias e não-tarifárias, pode ser visualizada na Figura 5, logo abaixo. Estes números podem ser também verificados no Demonstrativo de Resultado do Exercício projetado para o período da concessão, que se encontra em anexo à este trabalho, assim como as projeções de outros itens.

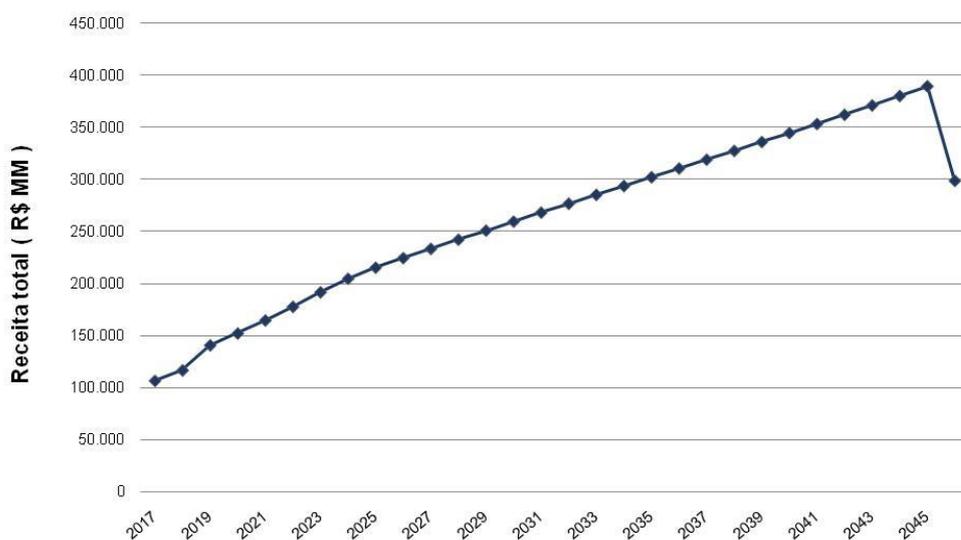


Figura 5: Projeção para receita total (2017-2046). Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

Para sustentar a demanda projetada e oferecer as condições de operacionalização do aeroporto para os próximos 30 anos, o estudo de viabilidade econômico-financeira estabeleceu que a futura concessionária seria responsável por realizar investimentos em bens de capital (CAPEX) na ordem de R\$988 milhões (em termos reais). Estes investimentos ampliariam a capacidade do aeroporto ao longo do tempo de concessão e seriam divididos em três fases, conforme descrito na Figura 6.

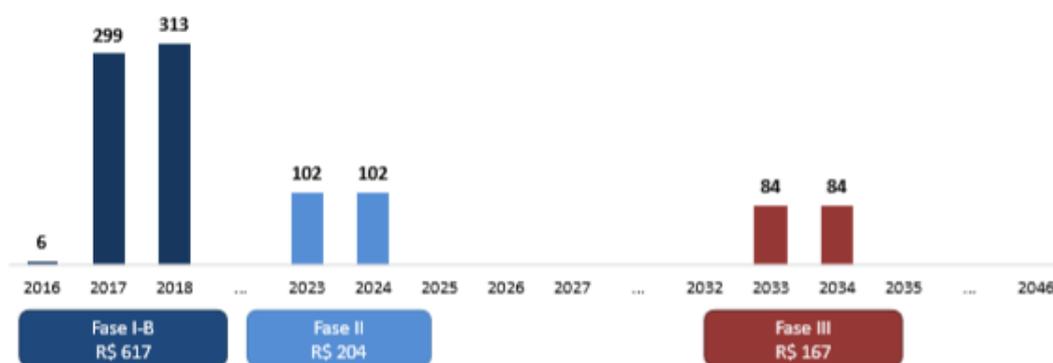


Figura 6: Investimento em CAPEX - Aeroporto Florianópolis. Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

A estrutura de capital estabelecida a partir do estudo de viabilidade acompanharia então os percentuais definidos pelo Programa de Investimento em Logística - PIL 2015-2018, com parte dos custos do projeto atrelada a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) e parte a custos de captação de recursos no mercado de capitais através de debênture, conforme a Tabela 3:

Financiamento PIL 2015-2018	Percentual
BNDES TJLP + 1,5% a.a. + Risco de Crédito	35%
Capital Próprio + Caixa	30%
Debêntures customizadas	35%

Tabela 3: Composição de financiamento. Fonte: Estudo de viabilidade econômico-financeira do Aeroporto Hercílio Luz.

A partir das projeções dos itens apresentados anteriormente e de outros, tais como custos e despesas, o Fluxo de Caixa do Aeroporto de Florianópolis foi calculado. Utilizando como referência a Nota Técnica Conjunta no 05/2015/STN/SEAE/MF de 16 de julho de 2015, a concessão do Aeroporto de Florianópolis teria como TIR de Projeto uma taxa-alvo de 8,5% a.a. A TIR do Acionista, calculada a partir de outras premissas, é de 10,94%, enquanto que o VPL do Acionista, obtido a partir de uma taxa de desconto de 11,30%, é de R\$ - 10.497 (mil).

4 Modelo Proposto

4.1. Mecanismo de Cobertura Cambial

O mecanismo de cobertura cambial que é base para a realização deste estudo tem por origem uma proposta desenvolvida pelo Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, que tem por objetivo oferecer ao concessionário uma proteção sobre a variação cambial real através de um contrato com o poder concedente. A adoção deste mecanismo por sua vez, envolve o cumprimento de um conjunto de regras e condições que permitem o compartilhamento entre o Poder Público e o concessionário do risco da variação cambial, dentro de determinados limites. Esse mecanismo visa cobrir perdas decorrentes do impacto da variação adversa do câmbio sobre financiamentos em moeda estrangeira tomados em contratos de PPP. Caso a variação cambial apurada resulte em um benefício financeiro para o concessionário, cabe a este ressarcir o Poder Público por estes eventuais ganhos.

O contrato de adesão ao mecanismo determina que a garantia pode ser exercida ao longo dos 5 (cinco) primeiros anos da concessão, em uma decisão facultativa ao concessionário. A partir de seu acionamento, a apuração do resultado do mecanismo passa a ser realizada anualmente pelo período que compreende o financiamento tomado em moeda estrangeira, que terá um prazo máximo de 12 anos. É importante destacar também que esta garantia se aplica apenas à parcela de financiamento em moeda estrangeira relativa aos investimentos vinculados a bens reversíveis e/ou de outorga e é empregada apenas ao principal da dívida contratada.

Com o propósito de acomodar o financiamento tomado em moeda estrangeira, sobre o qual se apoiará o mecanismo de mitigação de risco cambial, a composição do financiamento, estabelecida em edital e vista através da tabela anterior, sofreria alterações. O financiamento em moeda estrangeira ou dívida externa poderia representar até 25% do valor referente aos investimentos em bens

de capital (CAPEX). Os percentuais estipulados pela proposta são detalhados na Tabela 4.

Financiamento (mecanismo)	Percentual
BNDES TJLP + 1,5% a.a. + Risco de Crédito	40%
Capital Próprio + Caixa	30%
Dívida Externa (US\$)	25%
Dívida Local	5%

Tabela 4: Financiamento com o mecanismo. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A garantia estabelecida a partir da assinatura deste contrato e do acionamento deste mecanismo incide sobre a contribuição variável anual destinada ao FNAC. Dessa forma, caso a variação cambial seja desfavorável ao concessionário em um determinado ano, o mecanismo permite que essa perda seja compensada através da redução do valor da outorga devida naquele ano, que poderá cair para até 0%, a depender do valor apurado. No caso de uma variação cambial favorável ao concessionário, este será responsável por reembolsar o Poder Público. Assim, o valor da outorga a ser paga poderá aumentar até limite de 10% da receita bruta naquele ano. Eventuais saldos credores ou devedores são lançados a uma conta gráfica e acumulados para serem compensados no ano seguinte, devidamente corrigidos monetariamente. Dessa forma, uma vez acionado o mecanismo, esta contribuição pode variar de 0% à 10%, dependendo dos resultados cambiais apurados, ou seja, a concessionária poderá repassar ao FNAC um percentual inferior ou superior ao valor pactuado de 5% da Receita Anual Bruta.

Uma vez que a garantia seja acionada pelo concessionário, a apuração do resultado cambial, também entendido como diferencial cambial, é realizada ao final de todos os anos do financiamento e obtida através da correção do saldo devedor em moeda estrangeira (neste caso R\$) pelo benchmark, que é o saldo devedor do ano anterior corrigido pela inflação e por um fator de remuneração.

Para melhor compreensão, o funcionamento do mecanismo é explicado através da sequência a seguir.

Primeiramente, o saldo devedor em moeda estrangeira é obtido através da Equação (1):

$$ME_t = SD_t * PTAX_t \quad (1)$$

Onde:

- ME_t é o Saldo Devedor em Moeda Estrangeira (R\$),
- SD_t é o Saldo Devedor em US\$,
- $PTAX_t$ é o Dólar PTAX ao final do ano de apuração.

Logo em seguida, o benchmark é calculado através da Equação (2):

$$BM_t = ME_{t-1} * (1 + IPCA_t) * (1 + f) \quad (2)$$

Onde:

- BM_t é o Benchmark calculado no período,
- ME_{t-1} é o Saldo Devedor em Moeda Estrangeira (R\$) do período anterior,
- $IPCA_t$ é o Índice IPCA no período,
- f é o Fator de Remuneração.

O fator de remuneração presente na equação anterior busca equilibrar as taxas de juros local e internacional. Ele é calculado na data de acionamento do mecanismo de cobertura cambial, pela média dos últimos 30 dias, e permanece constante durante todo o período em que a apuração do mecanismo estiver em vigência. Este fator é então calculado a partir da Equação (3):

$$f = r_{ntnb} - r_{bond} \quad (3)$$

Onde:

- r_{nmb} é a taxa de retorno de um título soberano do Tesouro Nacional indexado ao IPCA com prazo de vencimento mais próximo a 10 anos,
- r_{bond} é a taxa de retorno de um título soberano do Tesouro Nacional em mercado internacional (em US\$) com prazo de vencimento mais próximo a 10 anos.

Por fim, o diferencial cambial, que expressa então a variação real sobre o saldo devedor, é obtido através da Equação (4), que representa a correção do saldo devedor em moeda estrangeira (neste caso é o real) pelo benchmark.

$$DC_t = ME_t - BM_t \quad (4)$$

O diferencial cambial nada mais é do que o resultado de apuração do mecanismo. Anualmente, este diferencial cambial é calculado e, a partir de seus resultados, a contribuição variável se altera. Para fins de entendimento, a seguir são apresentadas as implicações para cada resultado obtido, mostrando como se comportaria a outorga variável.

Caso 1: Diferença Cambial > 0

- O poder concedente reembolsa o concessionário através de uma redução no valor da outorga variável devida até o limite de zero. Caso o valor da diferença cambial seja maior do que a totalidade da outorga variável devida pelo concessionário (5% da Receita Anual Bruta), o saldo excedente será registrado em “conta gráfica” a favor do concessionário.

Caso 2: Diferença Cambial $= 0$

- Como o resultado do mecanismo é nulo, o concessionário repassará ao poder concedente o percentual de 5% sobre a receita bruta anual, conforme definido em edital. Neste caso, o mecanismo não terá efeito sobre a contribuição variável.

Caso 3: Diferença Cambial < 0

- O concessionário reembolsa o poder concedente através de um aumento no valor da outorga variável devida até o limite de 10%. Caso o valor da diferença cambial seja maior do que a totalidade da outorga variável devida pelo concessionário (5% da Receita Anual Bruta), o saldo excedente será registrado em “conta gráfica” em favor do poder concedente.

A "conta gráfica" representa o saldo do mecanismo cambial, uma vez que o efeito da variação cambial pode ser superior à capacidade de pagamento do governo ou do concessionário. Quando isto ocorrer, este valor excedente será computado à "conta gráfica", que será corrigida ano à ano por uma taxa pré-estipulada ϕ , que representa a média dos últimos três meses da taxa anual bruta de juros de venda das Notas do Tesouro Nacional – Série B (NTN-B) com juros semestrais, publicada pela Secretaria do Tesouro Nacional, ex-ante a dedução do Imposto de Renda, com vencimento em 15/08/2050.

Uma característica deste mecanismo é que ele se encerra no momento em que o financiamento tomado pelo concessionário é quitado. Dado que esses financiamentos tipicamente não abrangem a totalidade do prazo de concessão, haverá diversos anos após o término da vigência do mecanismo para compensar qualquer saldo devedor ou credor da conta gráfica que porventura ainda exista. No entanto, no caso extremo da concessão se encerrar havendo ainda saldo na conta gráfica, esses valores serão perdidos.

Os limites percentuais e o comportamento do mecanismo em função dos resultados cambiais são ilustrados na Figura 7, onde pode ser observado o piso (PUT) e o teto (CALL) de variação permitida de acordo com as diferenças cambiais.

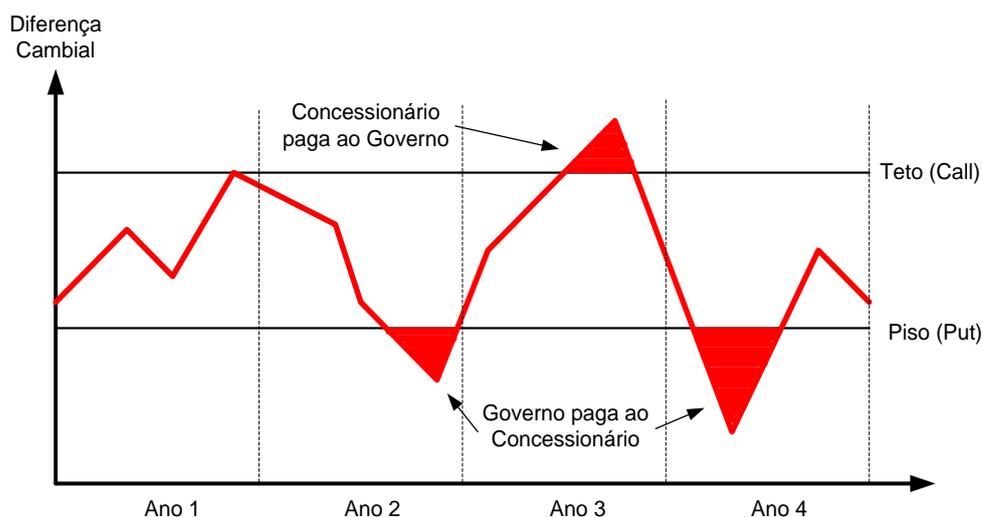


Figura 7: Modelo de funcionamento da conta gráfica. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O funcionamento da “conta gráfica” também é exemplificado pela Tabela 5, um exemplo simples de como o mecanismo de cobertura cambial atuaria, com a apresentação de alguns números hipotéticos, apenas para fins de exemplificação.

	Ano 1	Ano 2
Saldo Devedor em R\$ $ME_t = SD_t * PTAX_t$	R\$ 320.000,00 R\$/US\$ 3,20	R\$ 345.000,00 R\$/US\$ 3,45
Benchmark $BM_t = ME_{t-1} * (1 + IPCA_t) * (1 + f)$	R\$ 332.000,00	R\$ 340.000,00
Diferencial Cambial $DC_t = ME_t - BM_t$	-R\$ 12.000,00	R\$ 5.000,00 - R\$ 6.600,00 (CG ajust.)*
Contribuição Pactuada 5% Receita Bruta Anual	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
Contribuição Recolhida 0% =< CR <= 10%	R\$ 12.000,00	R\$ 7.600,00
Saldo Compensado $SC = CR - CP$	R\$ 6.000,00	R\$ 1.600,00
Conta Gráfica $CG = SC - DC$	-R\$ 6.000,00	R\$ 0,00

* Neste exemplo a “conta gráfica” foi ajustada à uma taxa de 10% a.a..

Tabela 5: Exemplo de apuração do mecanismo. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

No exemplo anterior, observa-se que, ao final do Ano 1, o mecanismo apurou um diferencial cambial de -R\$ 12.000,00, valor que é superior à margem disponível para pagamento, que é de apenas R\$ 6.000,00. Neste caso, parte do pagamento foi realizada e a outra parte foi direcionada ao saldo remanescente, que é a “conta gráfica”. Ao final do Ano 2, o mecanismo é apurado novamente e resulta em um diferencial cambial de R\$ 5.000,00, valor que é acrescido do saldo remanescente da conta gráfica do ano anterior reajustado e assim, o valor devido consegue ser pago integralmente.

4.2.

Análise da Série Histórica da Taxa de Câmbio R\$/U\$\$

Em geral, a literatura que trata de taxas de câmbio e de suas previsões apresenta diversos resultados não respaldados empiricamente e por isso, ainda restam muitas questões a serem respondidas. É possível verificar que, a depender do contexto e das premissas adotadas por estudos, o comportamento da variável taxa de câmbio (em termos reais e nominais) pode assumir diversas dinâmicas.

A amplamente comentada Teoria de Paridade do Poder de Compra (PPC), por exemplo, sugere que a taxa de câmbio real deve se dirigir a um nível de equilíbrio em um horizonte de longo prazo, o que traria a esta variável uma dinâmica estacionária. No entanto, conforme apontado por Freire (2009), a maior parte dos modelos estruturais aplicados a taxa de câmbio apresentam resultados inconsistentes ao tentarem prever a variável em curto e médio prazo e, até o presente momento, nenhum trabalho foi capaz de contra argumentar os resultados apresentados por Meese e Rogoff (1983), que indicaram o passeio aleatório sem *drift*, movimento de dinâmica não-estacionária, como a melhor descrição para o comportamento da taxa de câmbio, tanto em termos reais, quanto nominais.

Simonassi, Silva e Arraes (2012), em estudo realizado no Brasil que se utilizou de dados mensais da taxa de câmbio R\$/U\$\$ no período de janeiro de 2000 à setembro de 2009, obtiveram resultados que os permitiram identificar que o crescimento da taxa de câmbio brasileira seguiu neste período uma dinâmica não linear e globalmente estacionária.

A fim de ratificar ou contrapor as versões de comportamento da variável câmbio, ao longo desta subseção é feita uma análise da série histórica da taxa de

câmbio R\$/US\$, com o objetivo de se avaliar o comportamento da série. Como no Brasil, somente a partir do ano de 1999 o Banco Central passou a adotar o regime de câmbio flutuante “sujo” sobre o qual prevalecem as forças de mercado, esta análise opta por delimitar a série a partir do dia 1 de janeiro de 2000, a exemplo do que fora feito por Simonassi, Silva e Arraes (2012). Esta decisão é tomada com o propósito de se minimizar a presença de quebras estruturais decorrentes das mudanças em regimes cambiais. Em geral, quando há uma mudança estrutural, a análise do processo estocástico e os resultados dos testes de estacionariedade podem apresentar um viés para a não rejeição da hipótese de raiz unitária (MOURA ET AL., 2008).

Os dados coletados necessários a realização dos testes de estacionariedade da série foram coletados no portal IPEADATA. De início, foram obtidas as cotações de fechamento dólar PTAX para os meses de janeiro/2000 à dezembro/2017, o que resultou em uma amostra com 216 dados. Em seguida, para o mesmo intervalo de tempo, obteve-se os dados de inflação no Brasil (IPCA) e nos EUA (CPI), com o objetivo de se obter a taxa de câmbio real para cada período observado. Com isto em mãos, o tratamento dos dados foi realizado através do software R, com a instalação de alguns pacotes auxiliares.

A Figura 8 ilustra a cotação da taxa de câmbio real R\$/US\$ ao longo dos últimos 18 anos, com dados de fechamento mensal de janeiro/2000 à dezembro/2017, enquanto a Figura 9 retrata a decomposição da mesma série.

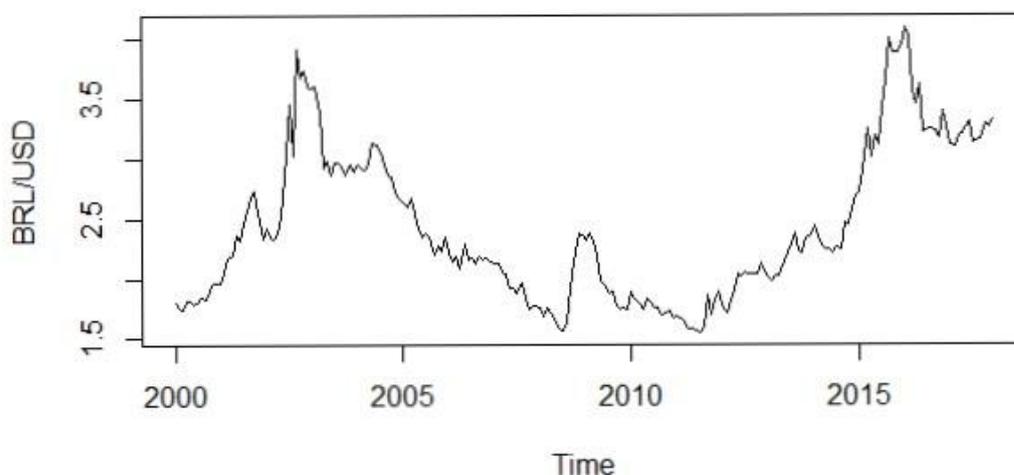


Figura 8: Série taxa de câmbio real R\$/US\$ (dados mensais). Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software R.

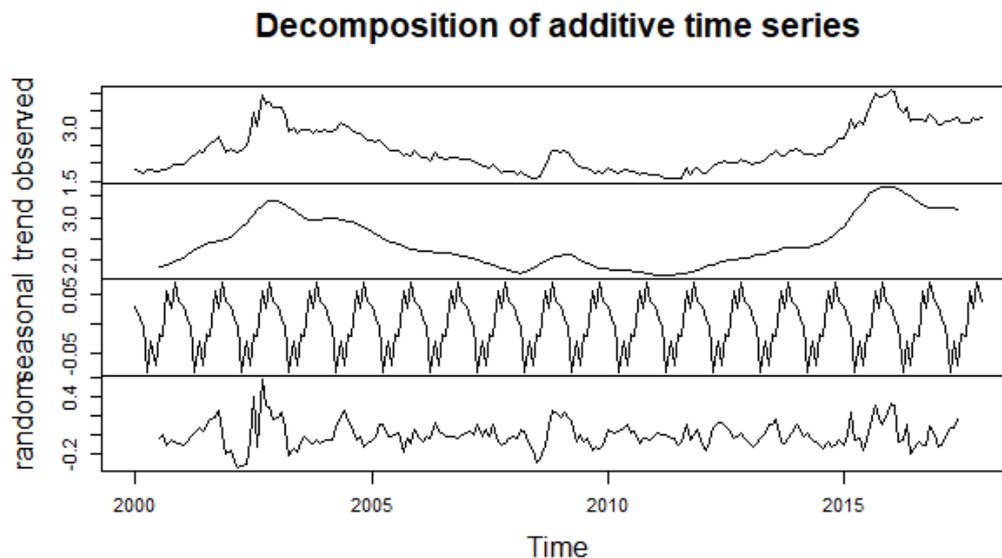


Figura 9: Série decomposta da taxa de câmbio real R\$/US\$. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software R.

A partir da importação destes dados, foram realizados os testes de raiz unitária, a saber: o Augmented Dickey-Fuller Test (ADF test) e o Phillips-Perron Test (PP test), com o propósito de se identificar ou não um padrão de estacionariedade na série.

O ADF test testa a hipótese nula de que a série tenha raiz unitária, e portanto seja uma série não estacionária. Logo, a hipótese alternativa é de que a série não apresente raiz unitária, e assim, se configure como estacionária. A estatística ADF, obtida ao final do teste, é um número negativo, que indica a rejeição à hipótese de que a série possui raiz unitária. Neste caso, quanto menor for o valor, (mais negativo), maior será a rejeição em relação a esta hipótese.

O PP test, por sua vez é um teste não paramétrico para a hipótese nula de raiz unitária. Assim como o ADF test, o PP test testa a hipótese de que a série apresenta alguma ordem de correlação. Tendo isto em vista, ambos os testes trabalham a partir das mesmas hipóteses, que são:

- Hipótese nula H_0 : “A série tem raiz unitária (não é estacionária)”
- Hipótese alternativa H_a : “A série não tem raiz unitária (é estacionária)”

Os resultados obtidos com a amostra colhida são então apresentados pela Tabela 6 e a Tabela 7, logo a seguir.

Augmented Dickey-Fuller Test

Data: dólar

Dickey-Fuller = -2.0107, Lag order = 5

p-value = 0.5715

Alternative hypothesis: stationary

Tabela 6: Resultado do ADF test para série. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software R.

Phillips-Perron Unit Root Test

Data: dólar

Dickey-Fuller Z(alpha) = -6.1632,
Truncation lag parameter = 4

p-value = 0.7633

Alternative hypothesis: stationary

Tabela 7: Resultado do PP test para série. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software R.

Como se pode observar, os resultados obtidos em ambos os testes apontam para um diagnóstico de ausência de raiz unitária, que por consequência torna a série estacionária. As evidências de estacionariedade na série se confirmam portanto com a congruência dos resultados dos testes ADF e PP, uma vez que, em ambos os testes, a hipótese alternativa H_a de que a série não possui raiz unitária fora confirmada, resultado semelhante ao obtido pelo estudo de Simonassi, Silva e Arraes (2012) com uma série reduzida.

4.3. Modelos de Estimação para Taxa de Câmbio

Para se encontrar o valor das opções com a adoção do mecanismo é necessária a aplicação de modelos de estimação para o câmbio. Neste estudo, a

incerteza da taxa de câmbio foi modelada de duas formas distintas, com o propósito de se analisar a aderência e a variabilidade dos resultados em função dos modelos estocásticos adotados. A saber, os dois modelos a serem aplicados foram o MGB (Movimento Geométrico Browniano) e o modelo autoregressivo GARCH-M. Esta seção, portanto, destina-se a explicar as bases teóricas destes modelos e as premissas que foram adotadas ao longo de suas aplicações.

A aplicação do MGB segue as evidências obtidas na literatura do assunto até então, que aponta para o passeio aleatório sem *drift* como o melhor modelo de estimação para o câmbio. O modelo autoregressivo GARCH-M por sua vez, já foi empregado em alguns trabalhos da área, em sua maior parte, trabalhos que envolviam taxas de câmbio de moedas com um histórico mais consistente, como o dólar, a libra esterlina ou o iene.

Para fins de compreensão, as premissas adotadas ao longo da aplicação de ambos os modelos são apresentadas logo abaixo.

- A modelagem para ambos os modelos foi realizada com base no acionamento do mecanismo no dia 02/janeiro de 2018. Assim, todos os dados utilizados para avaliar o mecanismo de cobertura cambial foram obtidos a partir desta data base.
- As projeções de receita, custos e demais itens para todo período de concessão (2017-2046), extraídas do relatório de viabilidade econômico-financeira do projeto, foram corrigidas pelo IPCA de 2016 e 2017, uma vez que o relatório havia sido gerado em termos reais no mês de dezembro/2015.
- Os valores de outorga fixa previstos pelo relatório de viabilidade econômico-financeira foram substituídos pelos valores ocorridos de fato, uma vez que o leilão já foi realizado e estes valores definidos.
- O fator de remuneração f incorporado ao cálculo dos valores das opções e a taxa ϕ que foi utilizada tanto para a correção da conta gráfica ao longo do funcionamento do mecanismo, como também para trazer a valor presente o valor das opções ao longo do tempo, também foram obtidos a partir da data base 02/janeiro de 2018.

O valor do fator de remuneração f e da taxa ϕ que foram obtidos na data base deste estudo seguem as determinações da proposta de mecanismo cambial e são apresentados pela Tabela 8 e Tabela 9, respectivamente.

Fator de remuneração (média a.a.)	
rntnb	5,030%
rbond	4,844%
fator f	0,186%

Tabela 8: Cálculo do fator de remuneração f . Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Data	Taxa (venda a.a.)
02/10/2017	5,20%
03/10/2017	5,19%
04/10/2017	5,18%
...	...
26/12/2017	5,56%
27/12/2017	5,50%
28/12/2017	5,53%
Média	5,40%

Tabela 9: Apuração da taxa ϕ . Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

4.3.1. Movimento Geométrico Browniano (MGB)

O Movimento Geométrico Browniano (MGB) é um processo estocástico em tempo contínuo, também conhecido como Processo de Wiener. Trata-se também de um processo de Markov, no qual a ocorrência dos valores futuros depende exclusivamente do seu valor atual, ou seja, os valores passados não exercem nenhuma influência sobre os valores que serão obtidos adiante. Assim, considerando $x=f(t)$, o valor de x_t só depende do valor de x_{t-1} . Os processos de Markov também possuem algumas outras características importantes, tais como: as suas variações são normalmente distribuídas, seus incrementos são

independentes e possuem uma variância que aumenta de forma linear ao longo do tempo.

Assim, assumindo que $z(t)$ é um Processo de Wiener, estabelecem-se algumas premissas. A Equação (5) apresenta a relação entre dz e dt :

$$dz = \varepsilon_t * \sqrt{dt} \quad (5)$$

Onde:

- $\varepsilon_t \sim N(0,1)$, isto é, ε_t segue uma distribuição normal com média igual a zero e variância igual a um,
- A variável aleatória ε_t não tem correlação: $E(\varepsilon_t; \varepsilon_c) = 0$.

Assim, o modelo de difusão geométrico browniano que será empregado ao longo desta seção acompanha a Equação (6):

$$dS = \alpha S dt + \sigma S dz \quad (6)$$

Onde:

- dS é a variação incremental na taxa de câmbio no intervalo de tempo Δt ,
- α é a taxa de crescimento da taxa de câmbio (*drift*),
- σ é a volatilidade do processo,
- $dz = \varepsilon_t * \sqrt{dt}$ é o incremento de Wiener padrão.

A estimação adequada da volatilidade σ é um importante passo para se chegar à definição da equação que irá modelar o processo estocástico adotado. Para opções que envolvem ativos financeiros, o parâmetro de volatilidade pode ser obtido a partir da série histórica do ativo base, como é o caso deste trabalho. Assim, o parâmetro de volatilidade σ foi obtido a partir da série histórica mensal da taxa de câmbio R\$/US\$ comercial (valor de venda) de janeiro de 2000 ao dezembro de 2017.

O primeiro passo para o cálculo da volatilidade histórica da série foi obter a variação do ativo ao longo do tempo, com o intuito de se trabalhar com uma série de retornos, que apresenta propriedades estatísticas mais interessantes do que série de preços. A partir destas variações, foi calculado o log retorno para cada observação do período. Em seguida, foi obtido o desvio padrão desses retornos, que compreende a volatilidade mensal. Para fins de adequação a este estudo, esta volatilidade mensal foi anualizada, resultando em um valor de 17,32% a.a.. Todas estas etapas são ilustradas através da Tabela 10, logo abaixo.

Período	Cotação	Varição	Logaritmo
2000.01	R\$ 1,80	1,007490	0,007462
2000.02	R\$ 1,77	0,981192	-0,018987
2000.03	R\$ 1,75	0,988012	-0,012060
2000.04	R\$ 1,81	1,033995	0,033430
...
2017.12	R\$ 3,30	1,014226	0,014126
Vol.mensal	5,00%		
Vol.anual	17,32%		

Tabela 10: Cálculo da volatilidade da histórica da taxa de câmbio R\$/US\$.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O parâmetro de *drift*, que compreende a taxa de crescimento da taxa de câmbio, foi zerado (0%), admitindo-se que o processo estocástico a ser modelado se comportará como um passeio aleatório sem *drift* (ou de *drift* neutro) e que não haverá uma tendência para a valorização ou a desvalorização do câmbio no período.

Em seguida, a modelagem estocástica do câmbio foi feita com a discretização deste movimento em intervalos de tempo anuais, à medida que o estudo requer as taxas de câmbio em termos anuais. Este processo é refletido pela Equação (7):

$$S_{t+1} = S_t e^{\left(\alpha - \frac{\sigma^2}{2}\right)\Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}} \quad (7)$$

A inflação prevista para o período de concessão por sua vez foi desconsiderada, isto é, foi considerada neutra, uma vez que a análise foi feita em termos reais.

Com a definição destas premissas e o cálculo dos parâmetros para o modelo, o próximo passo do estudo aponta para o cálculo do valor das opções, explicado logo a seguir.

Os valores apurados pelo mecanismo de cobertura cambial e devidos ao concessionário têm por objetivo reduzir o risco de variação cambial e assim, comportam-se como um seguro, que tem características de uma opção de venda (PUT). Por outro lado, quando os valores apurados pelo mecanismo indicam o pagamento ao poder concedente, configura-se uma opção de compra (CALL). A partir deste entendimento, conclui-se que as opções presentes neste contrato podem se assumir como opções de compra ou de venda, a depender do resultado apurado e, conseqüentemente, de que parte interessada é a responsabilidade pelo pagamento. Assim, o valor das opções de venda (PUT) e das opções de compra (CALL) é calculado, como visto na Tabela 11.

	n=1	n=2	n=3	...	n=30
Cálculo PUT	Put ₁	Put ₂	Put ₃	...	Put ₃₀
Cálculo CALL	Call ₁	Call ₂	Call ₃	...	Call ₃₀

Tabela 11: Cálculo do valor das opções de compra e venda (put e call). Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Uma vez que o cálculo do valor de todas as opções é feito com base nos 30 anos de vigência da concessão, estes valores são resgatados a valor presente, descontados pela taxa ϕ , conforme estabelecido anteriormente. Esta etapa é retratada pela Equação 8 e Equação 9, logo a seguir.

$$VP_{Put} = \sum_{n=30} \frac{Put_1 + Put_2 + \dots + Put_{30}}{(1 + \phi)^{30}} \quad (8)$$

$$VP_{Call} = \sum_{n=30} \frac{Call_1 + Call_2 + \dots + Call_{30}}{(1 + \phi)^{30}} \quad (9)$$

Em seguida, estes valores são somados, formando-se então um collar, conforme Equação 10.

$$VP_{Collar} = VP_{Put} + VP_{Call} \quad (10)$$

O cálculo do valor de todas estas opções somadas é realizado com o auxílio do software de análise de risco @Risk, onde é realizada uma Simulação de Monte Carlo com 100.000 interações apoiadas no processo estocástico que fora modelado. Estas interações resultam em valores médios para as opções de venda (PUT), para as opções de compra (CALL) e para o *collar*, que é formado pelo valor conjunto destas opções sob a ótica do concessionário.

4.3.2. Modelo Autoregressivo GARCH-M)

O modelo de heteroscedasticidade condicional auto-regressiva generalizada em média ou modelo GARCH-M se origina do trabalho de Engle e Granger (1987), que propôs uma extensão aos tradicionais modelos ARCH, onde a variância condicional é introduzida como variável regressora na equação de retorno do ativo, ou seja, partindo do princípio de que o retorno de determinado ativo depende de sua volatilidade (ou risco), o modelo GARCH-M acrescenta um termo de heteroscedasticidade à sua equação. Esta propriedade do modelo GARCH-M contribui com uma previsão mais apurada, o que facilita a sua aplicação em diversas séries financeiras, dentre elas, as séries de taxas de câmbio. As premissas adotadas para se alcançar previsões mais ajustadas pelo modelo e as etapas necessárias a sua aplicação para com a taxa de câmbio R\$/U\$\$ são detalhadas a seguir.

A primeira etapa para se realizar a previsão e as simulações pelo modelo GARCH-M foi a obtenção do melhor ajuste ARIMA pelo teste KPPS e o melhor ajuste GARCH através do teste AIC. Os resultados obtidos em ambos os testes (encontrados em apêndice) apontaram para o ARIMA (2,1,0) e o GARCH (2,0) como os melhores ajustes.

A partir dos modelos ARIMA (2,1,0) e GARCH (2,0) indicados e tendo como base os 216 dados mensais iniciais, foram previstos através do modelo

GARCH-M os 144 dados mensais referentes aos 12 anos de apuração do mecanismo. O resultado é apresentado na Figura 10, logo a seguir:

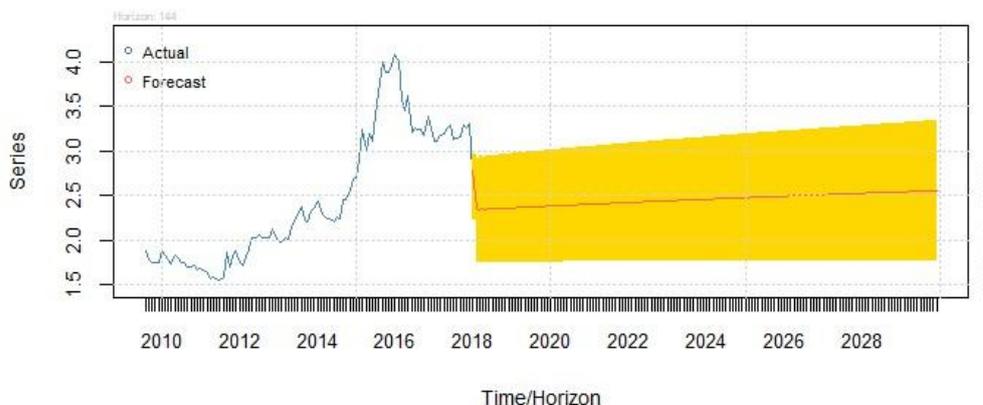


Figura 10: Previsão de 144 séries mensais com o modelo GARCH-M. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software R.

Com os dados mensais previstos, os valores do último período mensal de cada ano, isto é, do mês de dezembro, foram destacados, como é possível se visualizar através da Tabela 12. Este procedimento foi realizado uma vez que a apuração do mecanismo é realizada ao final de cada ano, sendo utilizada apenas a taxa de câmbio ao final do mês de dezembro.

Ano	Câmbio R\$/U\$S
2018	R\$ 2,36
2019	R\$ 2,38
2020	R\$ 2,40
2021	R\$ 2,42
2022	R\$ 2,44
2023	R\$ 2,46
2024	R\$ 2,48
2025	R\$ 2,50
2026	R\$ 2,51
2027	R\$ 2,53
2028	R\$ 2,53
2029	R\$ 2,54

Tabela 12: Dados anuais de câmbio real e previsão com GARCH-M. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

As simulações que são indispensáveis ao cálculo do valor das opções, foram realizadas através do software R, com base nos parâmetros previstos pelo modelo GARCH-M, com auxílio do pacote Rugarch, mesmo pacote do GARCH-M, para evitar conflitos de leituras de parâmetros. O número de simulações tomadas como base foram as 144 séries mensais a frente dos 216 dados mensais iniciais e para estas 144 séries mensais foram realizadas 10.000 simulações por linha de dados, resultando em um total de 1.440.000 de simulações.

Considerando a tomada dos dados finais dos períodos para representação, foram utilizados os dados de fechamento de dezembro de cada ano para que fossem representados os respectivos anos. Desta forma, os 12 anos representados nas simulações com o GARCH-M tiveram respectivamente 10.000 simulações cada (um total de 12.000 simulações), conforme ilustrado pela Tabela 13.

Ano	0	1	2	3	....	10.000
2018	R\$ 2,23	R\$ 2,06	R\$ 2,54	R\$ 2,02	....	R\$ 2,36
2019	R\$ 2,24	R\$ 2,51	R\$ 2,18	R\$ 1,51	....	R\$ 1,20
2020	R\$ 2,25	R\$ 1,92	R\$ 1,57	R\$ 2,13	....	R\$ 1,99
2021	R\$ 2,26	R\$ 1,77	R\$ 1,80	R\$ 1,55	....	R\$ 1,76
2022	R\$ 2,27	R\$ 2,39	R\$ 1,54	R\$ 1,24	....	R\$ 1,86
2023	R\$ 2,29	R\$ 1,99	R\$ 2,10	R\$ 2,34	....	R\$ 2,26
2024	R\$ 2,30	R\$ 1,81	R\$ 1,86	R\$ 2,24	....	R\$ 2,12
2025	R\$ 2,31	R\$ 2,07	R\$ 2,14	R\$ 2,69	....	R\$ 1,77
2026	R\$ 2,31	R\$ 1,81	R\$ 2,25	R\$ 1,89	....	R\$ 2,03
2027	R\$ 2,32	R\$ 1,79	R\$ 2,10	R\$ 2,20	....	R\$ 1,83
2028	R\$ 2,33	R\$ 1,49	R\$ 1,95	R\$ 1,92	....	R\$ 2,16
2029	R\$ 2,34	R\$ 2,16	R\$ 2,09	R\$ 1,93	....	R\$ 2,16

Tabela 13: Cenários de simulação das séries com o GARCH-M. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

As 10.000 simulações obtidas para o câmbio através do modelo GARCH-M serviram de base para o cálculo do valor da garantia ao longo dos 30 anos de concessão. A partir destas simulações que foram realizadas para a taxa de câmbio, o valor das opções foi obtido ano a ano. A partir disto, estes valores foram trazidos a valor presente e o valor da opção para o concessionário e para o poder concedente foi calculado a partir do valor médio obtido para o collar que fora

formado pelas opções de venda e de compra, da mesma forma como feito o cálculo do valor das opções no modelo anterior.

5 Análise dos Resultados

5.1. Resultados por MGB

Os resultados obtidos a partir da modelagem por um MGB de drift neutro são apresentados nesta subseção. O valor das opções de compra e venda e o valor do collar formado por estas duas opções são apresentados na Tabela 14. Para fins de compreensão vale destacar que este trabalho assume o ponto de vista do concessionário, o que significa que os valores positivos representam entradas de recursos, enquanto que os valores negativos refletem a saída de recursos do concessionário.

Mecanismo	Opção	Valor (R\$ 1.000)
Custo para o Poder Público	<i>Put</i>	52.407,03
Custo para a Concessionária	<i>Call</i>	-66.477,67
Saldo Líquido	<i>Collar</i>	-14.070,63

Tabela 14: Resultados da simulação: MGB (drift neutro). Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A distribuição de probabilidade dos valores a serem devidos pelo poder concedente ao concessionário (opção de venda ou put) ao longo do período de vigência do mecanismo de cobertura cambial e o valor esperado de sua distribuição, que é de aproximadamente R\$ 52,4 milhões, pode ser vista na Figura 11.

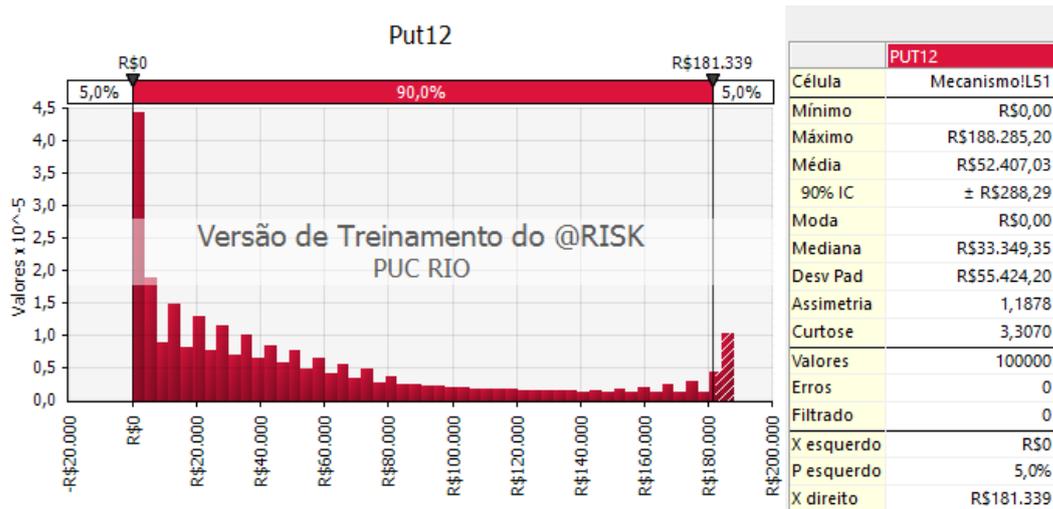


Figura 11: Distribuição de probabilidade da put. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software @Risk.

O valor esperado dos pagamentos do concessionário para o poder público (opção de compra ou call) por sua vez foi de aproximadamente de R\$ 66,5 milhões. Como a configuração do collar abrange ambas as opções, o valor esperado final foi de cerca de R\$ 14,1 milhões a favor do poder público, considerando as premissas adotadas. Estas distribuições podem ser visualizadas através da Figura 12 e da Figura 13, a seguir.

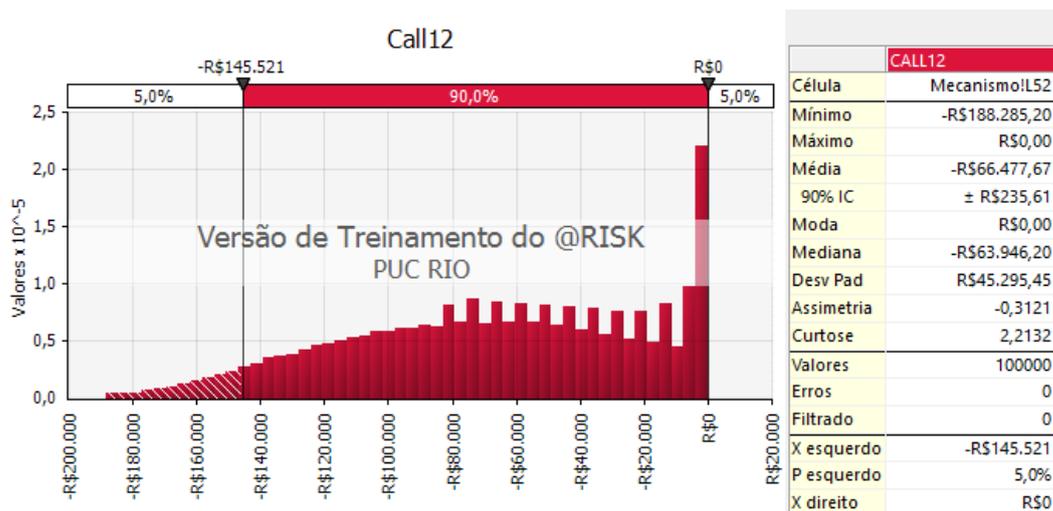


Figura 12: Distribuição de probabilidade da call. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software @Risk.

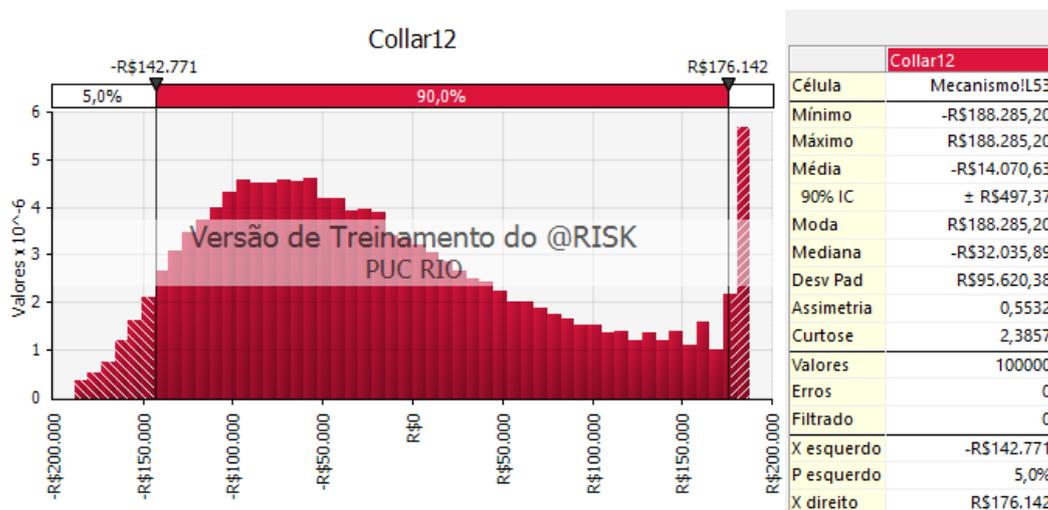


Figura 13: Distribuição de probabilidade do collar. Fonte: Elaborado pelo próprio autor e extraído do software @Risk.

Os resultados indicam que considerando um câmbio sem apreciação real ao longo da concessão, o resultado líquido do mecanismo (pagamentos – recebimentos) é desfavorável para o concessionário. Esse resultado pode ser interpretado como um reflexo do reajuste e da apreciação do saldo da conta gráfica pela taxa de correção ϕ de 5,40% a.a. e o fator de remuneração f de 0,186% a.a., que faz parte do benchmark.

Para verificar os resultados do modelo a partir de outras premissas de *drift* para a taxa de câmbio, foi realizada uma análise de sensibilidade com relação a esta variável, o que pode ser visto através da Tabela 15. Conforme esperado, as variações positivas na taxa de apreciação do dólar em relação ao real (aumento do parâmetro de *drift*) aumentam o custo para o governo e taxas menores reduzem esse custo, como pode ser visto na tabela abaixo. Cabe notar que a partir de uma apreciação de 2% a.a. no período, o mecanismo já atua para mitigar o custo cambial para o concessionário, como se pode observar no saldo positivo do *collar*, que representa o resultado líquido entre os valores devidos pelo poder público e pelo concessionário. Como este trabalho assume o ponto de vista do concessionário, valores positivos indicam que o concessionário é credor e o poder público é devedor. Valores negativos representam o inverso.

	-2%	0%	2%	4%
PUT	35.320,87	52.407,03	73.585,01	97.283,20
CALL	-84.147,88	-66.477,67	-50.252,50	-36.363,52
COLLAR	-48.827,01	-14.070,63	23.332,52	60.919,68

Tabela 15: Sensibilidade à taxa de drift (valores em R\$ 1.000,00). Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Considerando que o mecanismo de proteção cambial se encerra ao final de 12 anos e que o prazo de concessão é de 30 anos, restariam 18 anos para que o saldo da conta gráfica pudesse ser quitado dentro das regras contratuais. O modelo, no entanto, indica que existe 1,9% de probabilidade de haver saldo devedor para o poder concedente ao final do período de concessão, e de 10,7% de probabilidade de saldo devedor para o concessionário.

Cabe ressaltar que, como característico de um processo de Markov, o processo estocástico (MGB) utilizado para modelar a variável taxa de câmbio possui uma variância que cresce de forma linear ao longo do tempo. Esta propriedade faz com que as variações na taxa de câmbio se tornem cada vez mais voláteis na medida em que se prolonga o tempo e se descolem das previsões do início da vigência do mecanismo, o que pode resultar em resultados superestimados.

5.2. Resultados por GARCH-M

Como feito anteriormente, o valor final da opção será obtido a partir de um collar, uma configuração na qual está presente uma opção de venda (PUT) e também uma opção de compra (CALL). Isto ocorre porque, a partir do acionamento do mecanismo, a garantia pode ser favorável tanto ao concessionário (PUT), quanto ao governo (CALL). Em cada uma das simulações realizadas pelo modelo GARCH-M, o valor das opções de compra e venda mudaria, assim como o valor calculado para o collar. Assim, o valor final da opção poderia ser compreendido como uma média dos resultados obtidos para o collar diante das 10.000 simulações realizadas. A Tabela 16 e a Tabela 17 ilustram os valores obtidos pelas simulações realizadas e os seus desdobramentos para a obtenção do

valor das opções put, call e do collar formado. A Tabela 18, apresentada logo em seguida, apresenta um resumo destas informações, com os valores mínimo, máximo e médio do collar. Este último como destacado representa o valor da opção obtido através da aplicação do modelo GARCH-M.

	2018	2019	2020	2021	2022	...	2029
Sim. #1	R\$ 2,74	R\$ 2,06	R\$ 2,51	R\$ 1,92	R\$ 1,77	...	R\$ 1,49
Sim. #2	R\$ 2,90	R\$ 2,54	R\$ 2,18	R\$ 1,57	R\$ 1,80	...	R\$ 1,95
Sim. #3	R\$ 2,52	R\$ 2,02	R\$ 1,51	R\$ 2,13	R\$ 1,55	...	R\$ 1,92
Sim. #4	R\$ 1,91	R\$ 1,78	R\$ 2,50	R\$ 2,58	R\$ 2,14	...	R\$ 3,16
Sim. #5	R\$ 2,40	R\$ 1,94	R\$ 2,40	R\$ 2,16	R\$ 2,19	...	R\$ 1,44
Sim. #6	R\$ 1,98	R\$ 1,83	R\$ 1,92	R\$ 2,11	R\$ 2,21	...	R\$ 1,97
Sim. #7	R\$ 2,00	R\$ 1,98	R\$ 2,19	R\$ 2,31	R\$ 1,60	...	R\$ 1,88
Sim. #8	R\$ 2,05	R\$ 1,49	R\$ 2,37	R\$ 1,45	R\$ 1,91	...	R\$ 2,00
Sim. #9	R\$ 1,85	R\$ 2,10	R\$ 2,39	R\$ 1,50	R\$ 2,02	...	R\$ 2,41
Sim. #10	R\$ 2,16	R\$ 1,94	R\$ 1,62	R\$ 1,55	R\$ 2,02	...	R\$ 2,23
...
Sim. #10.000	R\$ 2,33	R\$ 2,36	R\$ 1,20	R\$ 1,99	R\$ 1,76	...	R\$ 2,16

Tabela 16: Resultados para as simulações da taxa de câmbio R\$/US\$. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

	PUT	CALL	COLLAR
Sim. #1	-	-R\$ 118.098,60	-R\$ 118.098,60
Sim. #2	-	-R\$ 98.336,87	-R\$ 98.336,87
Sim. #3	-	-R\$ 102.641,05	-R\$ 102.641,05
Sim. #4	R\$ 35.913,52	-R\$ 80.820,53	-R\$ 44.907,01
Sim. #5	-	-R\$ 121.628,98	-R\$ 121.628,98
Sim. #6	-	-R\$ 101.479,33	-R\$ 101.479,33
Sim. #7	-	-R\$ 105.173,11	-R\$ 105.173,11
Sim. #8	-	-R\$ 102.813,76	-R\$ 102.813,76
Sim. #9	-	-R\$ 82.501,41	-R\$ 82.501,41
Sim. #10	-	-R\$ 94.537,38	-R\$ 94.537,38
...
Sim. #10.000	-	-R\$ 94.224,47	-R\$ 94.224,47

Tabela 17: Resultados para as opções (put, call e collar). Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Collar	Valores
Máximo	R\$ 27.387,71
Mínimo	-R\$ 188.285,20
Médio	-R\$ 99.667,69

Tabela 18: Valores do collar pelo modelo GARCH-M. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Ao final da análise, com base nas 10.000 simulações empregas pelo modelo, o *collar* apresentou um valor médio de aproximadamente -R\$ 99,7 milhões ao concessionário (todos os cálculos foram realizados sob o ponto de vista do concessionário), ou seja, com base no modelo de estimação cambial adotado, a garantia instituída pelo mecanismo apresentaria valor negativo para o concessionário e positivo para o poder concedente. Este resultado poderia ser interpretado como o reflexo da apreciação do real frente ao dólar observado nas simulações realizadas, movimento que acompanha a tendência de reversão à média imposta pelo modelo GARCH-M.

6 Conclusões

Este trabalho buscou avaliar e precificar garantias cambiais oferecidas pelo governo em parcerias público-privadas e concessões no setor de infraestrutura aeroportuária através de uma abordagem por opções reais. Para alcançar este objetivo, foram empregados dois modelos de estimação da taxa de câmbio futura, a saber: o Movimento Geométrico Browniano (MGB) ou passeio aleatório de *drift* neutro e o Modelo Autorregressivo GARCH-M.

Uma análise direta dos resultados que foram obtidos a partir de ambos os modelos indica que o acionamento do mecanismo de cobertura cambial com as premissas previamente estabelecidas seria favorável ao poder concedente e, a princípio, amplamente desfavorável aos olhos do concessionário. Isto porque, conforme visto na seção anterior, o concessionário estaria contratualmente determinado a compensar financeiramente o poder concedente.

A grande diferença entre os resultados obtidos pelo modelo de passeio aleatório de *drift* neutro (R\$ 14,1 milhões) e pelo modelo GARCH-M (R\$ 99,7 milhões) expõe como os números finais médios de valor da opção de acionamento do mecanismo são dependentes do modelo de previsão utilizado.

A adoção do passeio aleatório de *drift* neutro como modelo de previsão, por exemplo, trouxe consigo a premissa de volatilidade crescente, isto é, as variações na taxa de câmbio se tornaram mais voláteis com o passar do tempo. Assim, ao final do período do financiamento, encontram-se previsões para a taxa de câmbio que se descolam bastante das anteriores. Esta premissa, portanto, pode ser compreendida como uma desvantagem do modelo de MGB de *drift* neutro.

O emprego do modelo autorregressivo GARCH-M por sua vez procurou minimizar esta limitação ao apresentar consigo uma propriedade de reversão à média. No entanto, como foi possível observar através dos resultados obtidos na seção anterior, esta reversão ocorreu de forma acelerada, com uma queda rápida da taxa de câmbio para a região de sua média nos primeiros anos de previsão.

Assim, esta particularidade pode ter afastado um pouco do resultado final obtido pelo modelo.

A adoção de um modelo adequado de previsão da taxa de câmbio foi o grande desafio desta pesquisa e por isso, optou-se por empregar os dois modelos descritos e então comparar os resultados obtidos em ambos. Em conformidade com o que fora discutido pela literatura até o momento e diante das limitações observadas com o modelo GARCH-M, o passeio aleatório de *drift* neutro continua a ser a alternativa mais apropriada para estudos que buscam estimar o comportamento da variável taxa de câmbio. Como sugestão aos estudos futuros que venham a ser realizados e que lidem com esta mesma dificuldade, destaca-se a oportunidade na verificação de resultados a partir de outros modelos de reversão à média, capazes de minimizar as limitações que puderam ser observadas durante a aplicação do modelo GARCH-M.

No que se refere à análise do mecanismo de cobertura cambial discutido por esta pesquisa, sabe-se que o concessionário que optasse por aderir a um contrato de garantias com estas características não estaria em busca de obter vantagens financeiras, mas sim de se proteger contra a incerteza cambial. No caso de um resultado negativo, o concessionário seria responsável apenas por repassar ao poder concedente a vantagem financeira que obteve em função da contratação de um financiamento em moeda estrangeira. Assim, a oferta de uma garantia cambial com estas características oferece claramente maior risco ao poder concedente do que ao ente privado.

Como estratégia para gerenciar a sua exposição ao risco cambial, o poder concedente, neste caso o governo brasileiro, poderia estabelecer limites com relação ao valor do financiamento a ser obtido em moeda estrangeira, tanto em termos percentuais, quanto absolutos. Esta posição foi adotada por governos de outros países em seus programas de concessões e apresentou resultados satisfatórios. Em países como Chile e Coréia do Sul, como relatado anteriormente, esta estratégia se mostrou oportuna.

Em meio a análise do mecanismo é possível observar também que o fator de remuneração, embora tenha sido proposto inicialmente como uma forma de equilibrar as taxas de juros local e internacional, pode oferecer ao poder concedente certa margem de segurança. Ao analisar os resultados obtidos com a aplicação do passeio aleatório como processo estocástico, por exemplo, percebe-

se que, apesar da adoção de uma taxa de crescimento neutra (*drift* neutro), os resultados foram fortemente influenciados pelos reajustes no saldo da conta gráfica e, principalmente pelo fator de remuneração presente no benchmark.

Como é de conhecimento geral, o poder público não tem a obrigação legal de oferecer quaisquer garantias em projetos de concessão ou parceria público-privada, assim, as garantias governamentais existiriam apenas como uma forma de tornar os projetos mais atraentes aos olhos dos investidores estrangeiros e, como reflexo, tornar os certames mais competitivos e vantajosos aos cofres públicos. Estes esforços, no entanto, só fazem sentido uma vez que o poder público assuma responsabilidades das quais tem conhecimento e riscos que sejam devidamente precificados.

A partir do que foi exposto, este estudo busca contribuir com a formulação de políticas públicas e com os projetos de parceria público-privada que vierem a ser celebrados ao longo dos próximos anos. Por ora, é importante que a oferta de garantias que se formam acerca da taxa de câmbio sejam sempre objeto de interesse e análise por parte do poder público e, se possível, precificadas de forma prévia. Além disto, é importante também que se tenha clara a ideia de que seria mais prudente ao poder público formular garantias com estas características somente diante de circunstâncias nas quais os investidores ou o mercado financeiro e de capitais não consigam lidar com este risco.

7

Referências bibliográficas

ASHURI, M.; KASHANI, H.; MOLENAAR, K. R.; LEE, S.; LU, J.. **Risk-Neutral Pricing Approach for Evaluating BOT Highway Projects with Government Minimum Revenue Guarantee Options.** Journal of Construction Engineering and Management, v.138, n.4, p.545-557. 2012.

AZEVEDO NETO, F. **Reajuste e Revisão nas Parcerias Público Privadas Revisitando o Risco nos Contratos de Delegação. Parceria Público-Privada: Aspectos Jurídicos Relevantes.** São Paulo Quartier Latin, p53-78. 2008.

BLACK, F.; SCHOLES, M.. **The Pricing of Options and Corporate Liabilities.** The Journal of Political Economy, v.81, n.3, p.637-654. 1973.

BOLLERSLEV, T.. **Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity.** Journal of Econometrics, v.31, n.3, p.307-327. 1986.

BORGES, L. F.; NEVES, C.. **Parceria Público-Privada: Riscos e Mitigação de Riscos em Pperações Estruturadas de Infraestrutura.** Revista do BNDES, v.12, n.23, p.73-118. 2005.

BRANDÃO, L. E. T.; BASTIAN-PINTO, C.; LIMA, L. G.; LABES, M.. **Government Supports in PPP Contracts: The Case of the Metro Line 4 of the São Paulo Subway System.** Journal of Infrastructure Systems, v.18, n.3, p.218-225. 2012.

BRANDÃO, L. E. T.; SARAIVA, E. C. G.. **The Option Value of Government Guarantees in Infrastructure Projects.** Construction Management and Economics, v.26, n.11, p.1171-1180. 2008.

BRASIL. Lei n.º 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui Normas Gerais para Licitação e Contratação de Parcerias Público-Privada no Âmbito da Administração Pública. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 dez. 2004.

CAMPOS NETO, C. A.. **Investimentos na Infraestrutura de Transportes: Avaliação do Período 2002-2013 e Perspectivas para 2014-2016.** IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2014.

CARBONARA, N.; CONSTANTINO, N.; PELLEGRINO, R.. **Revenue Guarantee in Public-Private Partnerships: a Fair Risk Allocation Model.** Construction Management and Economics, v.32, n.4, p.403-415. 2014.

CHAROENPORNATTANA, S. MINATO, T. NAKAHAMA, S.. **Government Supports as Bundle of Real Options in Built-Operate-Transfer Highways**

Projects. 7th Annual International Conference on Real Options. Washington D.C.: Real Options Group. 2003.

CHEAH, C. Y. J.; LIU, J.. **Valuing Governmental Support in Infrastructure Projects as Real Options Using Monte Carlo Simulation.** Construction Management and Economics, v.24, n.5, p.545-554. 2006.

CHIARA, N.; GARVIN, M.. **Using Real Options for Revenue Risk Mitigation in Transportation Project Financing.** Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, v.1993, n.1, p.1-8. 2007.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, A.. **Real Options - A Practitioner's Guide.** Texere, New York. 2002.

DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S.. **Investment Under Uncertainty.** Princeton: Princeton University Press. 1994.

ENGEL, E.; FISCHER, R.; GALETOVIC, A.. **The Chilean Infrastructure Concessions Program: Evaluation, Lessons and Prospects for the Future.** Santiago, Centro de Economía Aplicada, Universidad de Chile. 1999.

ENGLE, R.. **Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation.** Econometrica, v.50, n.4, p.987-1007. 1982.

ENGLE, R. F.; LILIEN, D. M.; ROBINS, R. P.. **Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model.** Econometrica, v.55, n.2, p.391-407. 1987.

FREIRE, A. C. B.. **Previsão de Câmbio e Preços de Commodities: uma análise empírica do caso brasileiro.** Rio de Janeiro, 2009. Dissertação de Mestrado. Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC-Rio.

GALERA, A. L. L.; SOLINO, A. S.. **A Real Options Approach for the Valuation of Highway Concessions.** Transportation Science, v.44, n.3, p.416-427. 2010.

GRIER, K. B. SMALLWOOD, A. D.. **Exchange Rate Shocks and Trade: A Multivariate GARCH-M Approach.** Journal of International Money and Finance, v.37, p.282-305. 2013.

GRIMSEY, D.; LEWIS, M. K.. **Evaluating the Risks of Public Private Partnerships for Infrastructure Projects.** International Journal of Project Management, v.20, n.2, p.107-118. 2002.

HAHM, J.. **Private Participation in the Infrastructure Programme of the Republic of Korea.** Transport and Communication Bulletin for Asia and the Pacific, v.72, p.57-75. 2003.

HEMMING, R.. **Public-Private Partnerships, Government Guarantees, and Fiscal Risk.** International Monetary Fund. Washington D.C. 2006.

IGREJAS, R.. **Um Modelo Geral para Tomada de Decisão sob Incerteza e Flexibilidade em Parcerias Público-Privadas**. Rio de Janeiro, 2016. Tese de Doutorado. Departamento de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC-Rio.

INFRAERO. Anuário Estatístico Operacional de 2016. Brasília. Maio, 2017. Relatório Técnico.

IRWIN, T.. **Public Money for Private Infrastructure: Deciding When to Offer Guarantees, Output-Based Subsidies, and Other Fiscal Support**. The World Bank. 2003.

IRWIN, T.. **Government Guarantees Allocating and Valuing Risk in Privately Financed Infrastructure Projects**. The World Bank. 2007.

JONES, S. G.; LIMA, A. T. F.. **Alternative Loan Guarantee Mechanisms and Project Finance for Infrastructure in Developing Countries**. Institute of Development Studies, University of Sussex Brighton. 2004.

LEVY, S. M.. **Build, Operate, Transfer: Paving the Way for Tomorrow's Infrastructure**. John Wiley & Sons. 1996.

LEWIS, C. M.; MODY, A.. **The Management of Contingent Liabilities: A Risk Management Framework for National Governments. In Dealing with Public Risk in Private Infrastructure**. The World Bank. Washington, DC. 1997.

MARQUES R. C.; BERG. S.. **Public-Private Partnership Contracts: A Tale of two Cities with Different Contractual Arrangements**. Public Administration, v.89, n.4, p.1585-1603. 2011.

MATSUKAWA, T.; SHEPPARD, R.; WRIGHT, J.. **Foreign Exchange Risk Mitigation for Power and Water Projects in Developing Countries**. The World Bank. Energy and Mining Sector Board Discussion Paper, n.9. 2003.

MEESE, R.; ROGOFF, K.. **Empirical Exchange Rate Models of the Seventies: Do They Fit out of Sample?** Journal of International Economics, v.14, p.3-24. 1983.

MIRZADEH, I.; BIRGISSON, B.. **Evaluation of Highway Projects under Government Support Mechanisms Based on an Option-Pricing Framework**. Journal of Construction Engineering and Management, v.142, n.4. 2016.

MONTEIRO, L. D.. **Precificação de Garantias Governamentais em PPP através de Opções Reais. Estudo de caso do TAV Brasil**. Rio de Janeiro, 2014. Dissertação de Mestrado. Departamento de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC-Rio.

MOURA, M. L.; LIMA, A. R. S.; MENDONÇA, R. M.. **Exchange Rate and Fundamentals: the Case of Brazil**. Economia Aplicada, v.12, n.3, p.395-416. 2008.

R FREE SOFTWARE, version 3.4.3. The R Project for Statistical Computing. [S.I.]: R Core Team, 2017. Acesso em: <https://www.R-project.org/>.

ROSE, S.. **Valuation of Interacting Real Options in a Tollroad Infrastructure Project**. Quarterly Review of Economics and Finance, v.38, n.3-2, p.711-723. 1998.

SCHUABB, M.. **Avaliação do Projeto de Construção da Linha 4 do Metrô de São Paulo pela Metodologia de Opções Reais**. Rio de Janeiro, 2009. Dissertação de Mestrado. Departamento de Administração de Empresas, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro PUC-Rio.

SIMONASSI, A. G.; SILVA, J. H.; ARRAES, R.. **Dinâmica da Taxa de Câmbio no Brasil sob o Regime de Câmbio Flutuante**. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE), v.42, n.2, p295-309. 2012.

TANG, L.; SHEN, Q.; CHENG, E. W. L.. **A Review of Studies on Public-Private Partnership Projects in the Construction Industry**. International Journal of Project Management, v.28, n.7, p.683-694. 2010.

TRIGEORGIS, L.. **Real Options in Capital Investment: Models, Strategies, and Applications**. Westport, Conn., Praeger. 1995.

UNPD. What are Public Private Partnerships. United Nations Development Programme.v. 2016, n. 06.06. 2005.

VERDOUW, W. UZSOKI, D.; ORDONEZ, C.. **Currency Risk in Project Finance**. IISD - International Institute for Sustainable Development: Discussion Paper. 2015.

YIHUA, Y.; GUOHUA, Y.; JIA, H.. **Valuing Governmental Support in PPP Projects Using Monte Carlo Simulation: a Case of a Highway Project**. IEEE. Kentucky. 2010.

ZHAO, T.; SUNDARARAJAN, S. K.; TSENG, C. L.. **Highway Development Decision-Making Under Uncertainty: A Real Options Approach**. Journal of Infrastructure System, v.10, n.1, p.23-32. 2004.

Sítios na internet

<http://www.anac.gov.br/> Sobre Edital do Leilão n.01/2016. Concessão para Ampliação, Manutenção e Exploração dos Aeroportos de Porto Alegre, Salvador, Florianópolis e Fortaleza. Acesso em: 19/05/2017.

<http://www.anac.gov.br/> Sobre Relatório de viabilidade técnica do Aeroporto de Florianópolis. Acesso em: 05/06/2017.

<http://www.metro.sp.gov.br/> Sobre Edital de Concorrência Internacional n.42325212. Concessão para Exploração da Operação dos Serviços de Transporte de Passageiros da Linha 4 do Metrô de São Paulo. Acesso em: 25/11/2017.

<http://www.ipeadata.gov.br/> IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Acesso em: 15/01/2018.

8 Apêndice

Resultado do teste KPPS para o melhor modelo ARIMA

ARIMA(2,1,2)(1,0,1) com drift	-219.7443
ARIMA(0,1,0) com drift	-228.6003
ARIMA(1,1,0)(1,0,0) com drift	-215.1503
ARIMA(0,1,1)(0,0,1) com drift	-226.4932
ARIMA(0,1,0)	-230.0584
ARIMA(0,1,0)(1,0,0) com drift	-215.2483
ARIMA(0,1,0)(0,0,1) com drift	-226.6800
ARIMA(0,1,0)(1,0,1) com drift	-213.2629
ARIMA(1,1,0) com drift	-228.2940
ARIMA(0,1,1) com drift	-228.3549
ARIMA(1,1,1) com drift	-233.3097
ARIMA(1,1,1)	-234.8108
ARIMA(1,1,1)(1,0,0)	-220.9833
ARIMA(1,1,1)(0,0,1)	-234.9478
ARIMA(1,1,1)(1,0,2)	Inf
ARIMA(0,1,1)(0,0,1)	-227.8263
ARIMA(2,1,1)(0,0,1)	-235.4716
ARIMA(2,1,0)(0,0,1)	-236.7417
ARIMA(3,1,1)(0,0,1)	-232.9496
ARIMA(2,1,0)(0,0,1) com drift	-235.2783
ARIMA(2,1,0)(1,0,1)	-224.5985
ARIMA(2,1,0)	-237.5855
ARIMA(1,1,0)	-229.5865
ARIMA(3,1,0)	-235.7874
ARIMA(2,1,1)	-236.6123
ARIMA(3,1,1)	-234.0569
ARIMA(2,1,0) com drift	-236.0684
ARIMA(2,1,0)(1,0,0)	-226.5978

***Melhor modelo: ARIMA (2,1,0)

Resultado do teste Akaike (AIC) para o melhor modelo GARCH.

Critério de Informação GARCH (1,0)		Critério de Informação GARCH (7,0)	
Akaike	0.4722923	Akaike	0.1130091
Bayes	0.5347974	Bayes	0.2692720
Shibata	0.4716229	Shibata	0.1089699
Hannan-Quinn	0.4975445	Hannan-Quinn	0.1761397
Critério de Informação GARCH (2,0)		Critério de Informação GARCH (8,0)	
Akaike	0.01681791	Akaike	0.1263543
Bayes	0.09494936	Bayes	0.2982435
Shibata	0.01577821	Shibata	0.1214947
Hannan-Quinn	0.04838321	Hannan-Quinn	0.1957980
Critério de Informação GARCH (3,0)		Critério de Informação GARCH (9,0)	
Akaike	0.05630584	Akaike	0.1369012
Bayes	0.15006357	Bayes	0.3244166
Shibata	0.05481750	Shibata	0.1311506
Hannan-Quinn	0.09418419	Hannan-Quinn	0.2126579
Critério de Informação GARCH (4,0)		Critério de Informação GARCH (10,0)	
Akaike	0.07609605	Akaike	0.1574803
Bayes	0.18548008	Bayes	0.3606221
Shibata	0.07408214	Shibata	0.1507693
Hannan-Quinn	0.12028747	Hannan-Quinn	0.2395501
Critério de Informação GARCH (5,0)		Critério de Informação GARCH (11,0)	
Akaike	0.08470672	Akaike	0.2858896
Bayes	0.20971703	Bayes	0.3640211
Shibata	0.08209161	Shibata	0.2848499
Hannan-Quinn	0.13521119	Hannan-Quinn	0.3174549
Critério de Informação GARCH (6,0)			
Akaike	0.10276655		
Bayes	0.24340315		
Shibata	0.09947592		
Hannan-Quinn	0.15958408		

Códigos R

```

#instalação de pacotes
install.packages("astsa")
install.packages("bayesGARCH")
install.packages("fBasic")
install.packages("fGarch")
install.packages("FinTS")
install.packages("forecast")
install.packages("GEVStableGarch")
install.packages("MASS")
install.packages("quantmod")
install.packages("rmgarch")
install.packages("rugarch")
install.packages("tseries")
library("astsa")
library("bayesGARCH")
library("fBasic")
library("fGarch")
library("FinTS")
library("forecast")
library("GEVStableGarch")
library("MASS")
library("quantmod")
library("rmgarch")
library("rugarch")
library("tseries")
library(readr)
#leitura de dados
dolar <- read_csv("F:/mestrado/dissertaçãodolar.txt")
View(dolar)
dolar <- ts(dolar, frequency=12, start=c(2000,1))
#gráfico da série
plot.ts(dolar)
#decomposição da série
dolarTimeseriesComponents <- decompose(dolar)
dolar
plot(dolarTimeseriesComponents)
#modelo do Holtwinters
hw <- HoltWinters(dolar)
plot(hw)
forecast <- predict(hw, n.ahead = 144, prediction.interval = T, level = 0.95)
plot(hw, forecast)
data.frame(forecast)
#parâmetros de autocorrelação
par(mfrow=c(1,2))
acf(dolar, lag.max=20)
pacf(dolar, lag.max=20)

#testes de raiz unitária
adf.test(dolar)
pp.test(dolar, alternative = c("stationary", "explosive"), lshort = TRUE)
#aplicando melhor modelo de autocorrelação
arima1 <- auto.arima(dolar, ic="aic", stepwise=TRUE, trace=TRUE, test="kpss")
View(arima1)
dolarTimeseriesArima <- arima(dolar, order=c(2,1,0))
dolarTimeseriesForecasts <- forecast.Arima(dolarTimeseriesArima, h=144)
options(max.print = .Machine$integer.max)
par(mfrow=c(1,1))
plot.forecast(dolarTimeseriesForecasts)

```

```

#melhor modelo para garch
dolarm1 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(1,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch1 <- ugarchfit(spec=dolarm1,data=dolar);dolargarch1
dolarm2 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder
=c(2,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch2 <- ugarchfit(spec=dolarm2,data=dolar);dolargarch2
dolarm3 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(3,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch3 <- ugarchfit(spec=dolarm3,data=dolar);dolargarch3
dolarm4 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(4,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch4 <- ugarchfit(spec=dolarm4,data=dolar);dolargarch4
dolarm5 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(5,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch5 <- ugarchfit(spec=dolarm5,data=dolar);dolargarch5
dolarm6 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(6,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch6 <- ugarchfit(spec=dolarm6,data=dolar);dolargarch6
dolarm7 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(7,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch7 <- ugarchfit(spec=dolarm7,data=dolar);dolargarch7
dolarm8 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(8,0),submodel=NULL),mean.model = list( armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch8 <- ugarchfit(spec=dolarm8,data=dolar);dolargarch8
dolarm9 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(9,0),submodel=NULL),mean.model = list( armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch9 <- ugarchfit(spec=dolarm9,data=dolar);dolargarch9
dolarm10 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(10,0),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch10 <- ugarchfit(spec=dolarm10,data=dolar); dolargarch10
dolarm11 <- ugarchspec(variance.model = list(model="sGARCH", garchOrder =
c(1,1),submodel=NULL),mean.model = list(armaOrder=c(0,1,0)),distribution.model = "norm")
dolargarch11 <- ugarchfit(spec=dolarm11,data=dolar); dolargarch11
#critério de informação
infocriteria(dolargarch1)
infocriteria(dolargarch2)
infocriteria(dolargarch3)
infocriteria(dolargarch4)
infocriteria(dolargarch5)
infocriteria(dolargarch6)
infocriteria(dolargarch7)
infocriteria(dolargarch8)
infocriteria(dolargarch9)
infocriteria(dolargarch10)
infocriteria(dolargarch11)
#análise gráfica ARIMA GARCH
par(mfrow=c(2,1))
plot(dolargarch2,which=1)
plot(dolargarch2,which=3)
par(mfrow=c(3,1))
plot(dolargarch2,which=4)
plot(dolargarch2,which=6)
plot(dolargarch2,which=10)
par(mfrow=c(2,1))
plot(dolargarch2,which=7)
plot(dolargarch2,which=8)
par(mfrow=c(1,1))
plot(dolargarch2,which=9)
#previsão ARIMA(2,1,0) GARCH(2,0)

```

```

    Predict_ArmaGarch <- ugarchforecast(dolargarch2, data = NULL, n.ahead =144,n.roll
=0,out.sample =0)
    plot(Predict_ArmaGarch)
    select1
    dolargarchm <-
ugarchspec(mean.model=list(armaOrder=c(2,1,0),archm=T,archpow=1),variance.model=list(ga
rchOrder=c(2,0)))
    dolar_garchm = ugarchfit(dolargarchm, data=dolar)
    dolar_garchm
    Predict_garchm <- ugarchforecast(dolar_garchm, data = NULL, n.ahead =144,n.roll =
0,out.sample = 0)
    plot(Predict_garchm)
    Predict_garchm
#simulações
    spec <- ugarchspec(distribution.model = "std")
    fit <- ugarchfit(data = dolar, spec = spec, solver = "solnp", solver.control =
list(dolargarchm))
    options(max.print = .Machine$integer.max)
    memory.limit(size = NA)
    round(memory.limit()/2^20, 2)
    memory.limit(size=56000)
    sim <- ugarchsim(fit,n.sim=144, n.start=1, m.sim=1440000, startMethod=dolar)

```

Balanco patrimonial (2016-2031)

BALANÇO PATRIMONIAL em R\$ mil	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
ATIVO	19.777	301.888	582.742	579.736	576.552	522.497	489.602	523.342	585.384	557.465	524.519	491.495	445.238	410.739	382.086	353.430
Ativo Circulante	3.303	24.859	48.474	72.813	96.974	70.263	62.633	30.919	32.086	38.418	39.722	40.949	25.755	20.430	20.951	21.469
Caixa	3.303	18.390	41.398	64.347	87.817	60.347	51.934	19.390	19.781	25.478	26.229	26.919	11.196	5.346	5.346	5.346
Contas a receber	-	6.470	7.077	8.465	9.157	9.917	10.700	11.529	12.305	12.940	13.493	14.030	14.559	15.084	15.605	16.123
Créditos de PIS e Cofins CAPEX a utilizar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ativo Não Circulante	16.473	277.028	534.268	506.923	479.578	452.233	426.969	492.423	553.298	519.048	484.797	450.546	419.483	390.309	361.135	331.961
Imobilizado	5.124	267.760	527.270	502.194	477.119	452.044	426.969	492.423	553.298	519.048	484.797	450.546	419.483	390.309	361.135	331.961
Intangível	11.349	9.268	6.999	4.729	2.459	1.89	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
PASSIVO	19.777	301.888	582.742	579.736	576.552	522.497	489.602	523.342	585.384	557.465	524.519	491.495	445.238	410.739	382.086	353.430
Passivo Circulante	75	4.654	4.871	7.024	13.743	17.235	18.637	19.917	21.328	24.571	26.435	28.715	14.331	12.903	13.349	13.793
Fornecedores	-	2.822	3.030	3.754	3.968	4.202	4.433	4.789	5.082	5.339	5.562	5.783	6.001	6.216	6.431	6.644
Salários e encargos sociais	75	747	802	994	1.050	1.112	1.173	1.262	1.345	1.413	1.472	1.531	1.588	1.645	1.702	1.759
Impostos e tarifas a recolher	-	1.086	1.040	1.157	1.351	1.559	1.798	1.885	1.911	2.074	2.234	2.807	3.066	3.260	3.434	3.608
Financiamentos	-	-	-	1.119	7.374	10.362	11.233	12.020	12.989	15.745	17.167	18.594	3.676	1.782	1.782	1.782
Contabilização Outorga	1.417	6.747	7.250	8.451	9.021	9.649	10.301	10.996	11.649	12.179	12.638	13.084	13.523	13.959	14.392	14.822
Exigível a longo prazo	-	95.222	353.547	345.825	325.773	295.782	261.195	291.945	325.917	279.210	223.137	162.344	113.036	90.232	75.905	60.351
Participação de minoritários	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patrimônio líquido	18.285	195.265	217.075	218.436	228.016	199.830	199.469	200.484	226.491	241.506	262.309	287.352	304.348	293.645	278.439	264.464

Balanço patrimonial (2032-2046)

BALANÇO PATRIMONIAL em R\$ mil	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
ATIVO	324.763	369.630	409.271	369.142	329.982	290.821	251.663	212.508	173.358	134.214	99.379	76.609	58.712	36.901	(0)
Ativo Circulante	21.976	22.488	22.997	22.536	23.042	23.549	24.058	24.571	25.088	25.611	26.141	26.679	27.227	23.407	-
Caixa	5.346	5.346	5.346	4.377	4.377	4.377	4.377	4.377	4.377	4.377	4.377	4.377	4.377	(0)	-
Contas a receber	16.630	17.142	17.651	18.158	18.665	19.172	19.681	20.193	20.710	21.233	21.764	22.302	22.850	23.407	-
Créditos de PIS e Cofins CAPEX a utilizar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ativo Não Circulante	302.787	347.142	386.274	346.607	306.939	267.272	227.605	187.938	148.271	108.603	73.238	49.930	31.485	13.493	(0)
Imobilizado	302.787	347.142	386.274	346.607	306.939	267.272	227.605	187.938	148.271	108.603	73.238	49.930	31.485	13.493	-
Intangível	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
PASSIVO	324.763	369.630	409.271	369.142	329.982	290.821	251.663	212.508	173.358	134.214	99.379	76.609	58.712	36.901	0
Passivo Circulante	14.233	14.494	14.739	14.843	15.273	15.702	16.134	16.569	17.008	17.453	17.963	18.485	18.959	18.118	-
Fornecedores	6.856	7.067	7.276	7.485	7.693	7.902	8.112	8.323	8.535	8.751	8.969	9.190	9.416	9.645	-
Salários e encargos sociais	1.815	1.871	1.926	1.981	2.036	2.092	2.147	2.203	2.259	2.316	2.374	2.433	2.492	2.553	-
Impostos e tarifas a recolher	3.780	3.775	3.755	3.938	4.084	4.250	4.416	4.585	4.755	4.927	5.161	5.403	5.592	5.919	-
Financiamentos	1.782	1.782	1.782	1.459	1.459	1.459	1.459	1.459	1.459	1.459	1.459	1.459	1.459	-	-
Contabilização Outorga	15.249	15.675	16.098	16.519	16.940	17.362	17.785	18.211	18.640	19.075	19.516	19.963	20.418	19.465	0
Exigível a longo prazo	43.464	80.625	120.971	112.248	103.805	94.638	84.686	73.881	62.151	49.415	35.588	20.576	4.278	0	0
Participação de minoritários	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Patrimônio líquido	251.817	258.836	257.463	225.532	193.964	163.119	133.058	103.847	75.559	48.271	26.312	17.585	15.056	(682)	(0)

Demonstrativo de Resultado (2016-2031)

PUC-Rio - Certificação Digital N° I611616/CA

DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS em R\$ mil	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Receita Bruta Total	0	106.591	116.655	140.676	152.068	164.645	177.669	191.584	204.627	215.234	224.412	233.337	242.126	250.840	259.500	268.105
Receita Bruta Tarifária	0	69.746	75.296	81.940	88.920	95.870	102.501	108.669	114.377	119.743	124.844	129.812	134.704	139.554	144.374	149.164
Receita Bruta Não-Tarifária	0	36.845	41.358	58.735	63.148	68.776	75.167	82.915	90.250	95.491	99.569	103.525	107.422	111.286	115.126	118.942
(-) Deduções	0	(13.347)	(14.555)	(17.110)	(18.512)	(20.023)	(21.559)	(23.155)	(24.647)	(25.896)	(27.000)	(28.074)	(29.132)	(30.180)	(31.223)	(32.258)
Receita Líquida	0	93.244	102.099	123.566	133.556	144.622	156.109	168.429	179.980	189.338	197.412	205.263	212.995	220.659	228.278	235.848
(-) Custo dos serviços prestados	0	(42.021)	(46.563)	(57.691)	(60.988)	(64.583)	(68.134)	(73.299)	(78.116)	(82.058)	(85.488)	(88.884)	(92.228)	(95.544)	(98.840)	(102.115)
(+) Créditos de PIS & Cofins OPEX	0	2.214	2.377	2.946	3.114	3.298	3.479	3.743	3.989	4.190	4.365	4.538	4.709	4.878	5.047	5.214
Lucro Bruto	0	53.437	57.914	68.821	75.682	83.337	91.454	98.873	105.853	111.470	116.289	120.918	125.476	129.994	134.485	138.946
(-) Despesas operacionais	0	(13.622)	(6.858)	(1.226)	(784)	(784)	(784)	(2.001)	(2.001)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)
(-) Apropriação Outorga Fixa	(83.613)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)
(-) Apropriação Outorga Variável	0	(5.330)	(5.833)	(7.034)	(7.603)	(8.232)	(8.883)	(9.579)	(10.231)	(10.762)	(11.221)	(11.667)	(12.106)	(12.542)	(12.975)	(13.405)
(-) Outras despesas operacionais	0	(6.367)	(20.859)	(25.747)	(24.693)	(23.687)	(20.645)	(21.562)	(25.063)	(26.396)	(25.211)	(24.080)	(21.018)	(18.917)	(18.068)	(17.257)
Lucro Operacional	(83.613)	19.615	15.862	26.310	34.097	42.131	52.638	57.228	60.054	65.024	70.570	75.884	83.064	89.247	94.154	98.997
Receitas (despesas) financeiras líquidas	12	(2.949)	(7.285)	(19.678)	(17.062)	(16.056)	(14.886)	(16.219)	(20.410)	(21.313)	(18.434)	(15.217)	(11.752)	(8.069)	(6.709)	(5.473)
Lucro antes do imposto de renda	(83.601)	16.666	8.577	6.632	17.036	26.075	37.752	41.009	39.644	43.712	52.136	60.667	71.312	81.178	87.445	93.524
(-) Imposto de renda e contr. social	0	(4.741)	(3.412)	(3.673)	(4.805)	(6.576)	(9.032)	(9.736)	(9.411)	(10.379)	(12.384)	(16.157)	(24.222)	(27.576)	(29.707)	(31.774)
Lucro Líquido	(83.601)	11.925	5.165	2.960	12.231	19.499	28.720	31.272	30.233	33.332	39.751	44.509	47.090	53.601	57.737	61.750

Demonstrativo de Resultado (2032-2046)

DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
em R\$ mil															
Receita Bruta Total	276.645	285.150	293.613	302.044	310.463	318.889	327.348	335.867	344.460	353.154	361.969	370.917	380.024	389.294	298.624
Receita Bruta Tarifária	153.927	158.660	163.370	168.062	172.748	177.437	182.146	186.887	191.670	196.510	201.417	206.399	211.470	216.633	166.422
Receita Bruta Não-Tarifária	122.718	126.490	130.243	133.981	137.715	141.451	145.203	148.980	152.790	156.644	160.552	164.518	168.554	172.662	132.203
(-) Deduções	(33.286)	(34.309)	(35.328)	(36.342)	(37.355)	(38.369)	(39.387)	(40.412)	(41.446)	(42.492)	(43.553)	(44.630)	(45.726)	(46.841)	(35.944)
Receita Líquida	243.359	250.841	258.285	265.702	273.108	280.520	287.961	295.455	303.014	310.661	318.416	326.287	334.298	342.453	262.681
(-) Custo dos serviços prestados	(105.373)	(108.610)	(111.831)	(115.040)	(118.245)	(121.452)	(124.672)	(127.915)	(131.185)	(134.494)	(137.849)	(141.254)	(144.718)	(148.245)	(112.001)
(+) Créditos de PIS & Cofins OPEX	5.380	5.546	5.710	5.874	6.038	6.201	6.366	6.531	6.698	6.867	7.039	7.212	7.389	7.569	5.680
Lucro Bruto	143.367	147.777	152.164	156.535	160.900	165.269	169.655	174.071	178.527	183.035	187.606	192.246	196.969	201.777	156.360
(-) Despesas operacionais	(784)	(1.780)	(1.780)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)	(784)
(-) Apropriação Outorga Fixa	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	0
(-) Apropriação Outorga Variável	(13.832)	(14.258)	(14.681)	(15.102)	(15.523)	(15.944)	(16.367)	(16.793)	(17.223)	(17.658)	(18.098)	(18.546)	(19.001)	(19.465)	(14.931)
(-) Outras despesas operacionais	(16.482)	(18.140)	(22.750)	(24.797)	(23.684)	(22.621)	(21.605)	(20.635)	(19.709)	(18.824)	(16.623)	(12.032)	(9.740)	(9.025)	(6.482)
Lucro Operacional	103.765	105.096	104.450	107.349	112.406	117.416	122.395	127.355	132.307	137.265	143.597	152.381	158.941	165.417	134.162
Receitas (despesas) financeiras líquidas	(4.132)	(5.167)	(8.328)	(9.327)	(8.629)	(7.897)	(7.103)	(6.241)	(5.307)	(4.293)	(3.193)	(2.005)	(713)	442	468
Lucro antes do imposto de renda	99.633	99.929	96.122	98.022	103.777	109.519	115.292	121.114	127.000	132.972	140.404	150.376	158.228	165.859	134.631
(-) Imposto de renda e contr. social	(33.851)	(33.952)	(32.658)	(33.303)	(35.260)	(37.212)	(39.175)	(41.155)	(43.156)	(45.187)	(47.713)	(51.104)	(53.773)	(56.368)	(45.992)
Lucro Líquido	65.782	65.977	63.465	64.719	68.517	72.306	76.116	79.959	83.844	87.786	92.691	99.272	104.454	109.491	88.638

Fluxo de caixa (2016-2031)

FLUXO DE CAIXA em R\$ mil	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Lucro Operacional	(83.613)	17.401	13.484	23.365	30.983	38.833	49.159	53.485	56.066	60.834	66.205	71.345	78.355	84.369	89.107	93.783
(+) Deduções DRE	0	13.347	14.555	17.110	18.512	20.023	21.559	23.155	24.647	25.896	27.000	28.074	29.132	30.180	31.223	32.258
(-) Deduções Efetivas	0	(11.133)	(12.178)	(14.164)	(15.398)	(16.726)	(18.080)	(19.412)	(20.658)	(21.706)	(22.635)	(23.536)	(24.423)	(25.302)	(26.176)	(27.044)
(-) Custos Ativados	(11.349)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Depreciação e Amortização	6.367	20.859	25.747	24.693	24.693	23.687	20.645	21.562	25.063	26.396	25.211	24.080	21.018	18.917	18.068	17.257
(+) Contabilização Outorga Fixa	83.613	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503
(+) Contabilização Outorga Variável	0	5.330	5.833	7.034	7.603	8.232	8.883	9.579	10.231	10.762	11.221	11.667	12.106	12.542	12.975	13.405
(-) Outorga Fixa	(82.196)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.883)	(9.579)	(10.231)	(10.762)	(11.221)	(11.667)	(12.106)	(12.542)	(12.975)
(-) Outorga Variável	0	0	(5.330)	(5.833)	(7.034)	(7.603)	(8.232)	(8.883)	(9.579)	(10.231)	(10.762)	(11.221)	(11.667)	(12.106)	(12.542)	(12.975)
EBITDA	(93.545)	31.312	37.223	53.259	59.360	66.446	73.934	79.486	85.770	91.951	96.240	100.410	104.521	108.600	112.655	116.684
(+/-) Variação no capital de giro	75	(1.890)	(390)	(356)	(227)	(256)	(251)	(337)	(394)	(149)	(110)	316	5	(58)	(75)	(74)
(-) Imposto de renda e contribuição social	0	(5.342)	(3.998)	(6.238)	(8.091)	(10.003)	(12.504)	(13.596)	(16.313)	(22.084)	(23.970)	(25.776)	(28.218)	(30.320)	(31.988)	(33.635)
Fluxo de Caixa Operacional	(93.470)	24.079	32.836	46.665	51.043	56.187	61.179	65.553	69.123	69.718	72.160	74.949	76.309	78.222	80.592	82.975
(-) Investimentos	(5.124)	(266.937)	(278.673)	0	0	0	0	(92.583)	(92.583)	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de Caixa de Investimentos	(5.124)	(266.937)	(278.673)	0	0	0	0	(92.583)	(92.583)	0	0	0	0	0	0	0
FLUXO DE CAIXA LIVRE PARA O PROJETO	(98.595)	(242.858)	(245.837)	46.665	51.043	56.187	61.179	(27.030)	(23.459)	69.718	72.160	74.949	76.309	78.222	80.592	82.975
(+) Receitas financeiras	12	523	504	528	746	921	637	494	202	255	261	267	251	316	348	356
(-) Despesas financeiras	0	(521)	(7.789)	(20.206)	(17.807)	(16.977)	(15.522)	(13.744)	(11.836)	(9.802)	(7.623)	(5.295)	(2.774)	(197)	(0)	(0)
(+/-) Ajuste de IR	0	601	586	2.565	3.286	3.427	3.472	3.860	6.902	11.705	11.585	9.619	3.996	2.744	2.281	1.861
(+) Aumento no endividamento	0	201.286	258.325	0	0	0	0	64.808	64.808	0	0	0	0	0	0	0
(-) Redução no endividamento	0	(109.015)	0	(6.602)	(13.798)	(27.002)	(33.716)	(36.240)	(38.644)	(55.716)	(65.724)	(69.554)	(73.455)	(82.886)	(91.384)	(97.384)
FLUXO DE CAIXA LIVRE PARA O ACIONISTA	(98.582)	(149.985)	5.789	22.950	23.470	16.556	16.048	(7.852)	(2.027)	16.159	10.660	9.985	4.326	48.198	61.837	63.808

Fluxo de caixa (2032-2046)

PUC-Rio - Certificação Digital N° I611616/CA

FLUXO DE CAIXA em R\$ mil	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046
Lucro Operacional	98.385	99.550	98.740	101.475	106.368	111.215	116.029	120.824	125.609	130.398	136.559	145.168	151.551	157.848	128.482
(+) Deduções DRE	33.286	34.309	35.328	36.342	37.355	38.369	39.387	40.412	41.446	42.492	43.553	44.630	45.726	46.841	35.944
(-) Deduções Efetivas	(27.906)	(28.764)	(29.618)	(30.468)	(31.318)	(32.168)	(33.021)	(33.881)	(34.748)	(35.625)	(36.514)	(37.417)	(38.336)	(39.272)	(30.264)
(-) Custos Ativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(+) Depreciação e Amortização	16.482	18.140	22.750	24.797	23.684	22.621	21.605	20.635	19.709	18.824	16.623	12.032	9.740	9.025	6.482
(+) Contabilização Outorga Fixa	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	8.503	7.086	0
(+) Contabilização Outorga Variável	13.832	14.258	14.681	15.102	15.523	15.944	16.367	16.793	17.223	17.658	18.098	18.546	19.001	19.465	14.931
(-) Outorga Fixa	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	(8.503)	0
(-) Outorga Variável	(13.405)	(13.832)	(14.258)	(14.681)	(15.102)	(15.523)	(15.944)	(16.367)	(16.793)	(17.223)	(17.658)	(18.098)	(18.546)	(19.001)	(34.396)
EBITDA	120.674	123.661	127.624	132.567	136.511	140.458	144.423	148.416	152.446	156.524	160.661	164.860	169.136	173.489	121.179
(+/-) Variação no capital de giro	(67)	(251)	(264)	(80)	(77)	(77)	(77)	(77)	(78)	(78)	(20)	(16)	(74)	60	5.289
(-) Imposto de renda e contribuição social	(35.256)	(35.709)	(35.489)	(36.475)	(38.194)	(39.897)	(41.590)	(43.277)	(44.960)	(46.646)	(48.799)	(51.785)	(54.016)	(56.218)	(45.864)
Fluxo de Caixa Operacional	85.351	87.702	91.871	96.012	98.240	100.483	102.755	105.062	107.408	109.800	111.841	113.059	115.046	117.331	80.605
(-) Investimentos	0	(75.806)	(75.806)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de Caixa de Investimentos	0	(75.806)	(75.806)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUXO DE CAIXA LIVRE PARA O PROJETO	85.351	11.896	16.065	96.012	98.240	100.483	102.755	105.062	107.408	109.800	111.841	113.059	115.046	117.331	80.605
(+) Receitas financeiras	365	314	337	427	436	445	454	463	472	480	489	492	498	541	468
(-) Despesas financeiras	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
(+/-) Ajuste de IR	1.405	1.757	2.832	3.171	2.934	2.685	2.415	2.122	1.804	1.459	1.086	682	242	(150)	(128)
(+) Aumento no endividamento	0	53.064	(21.384)	(18.800)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	0
(-) Redução no endividamento	(21.384)	(21.384)	(21.384)	(18.800)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(17.509)	(5.836)
FLUXO DE CAIXA LIVRE PARA O AÇIONISTA	65.737	45.647	50.914	80.810	84.101	86.105	88.116	90.138	92.175	94.231	95.907	96.724	98.277	111.885	80.945